

МИНИСТЕРСТВО  
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ВЫСШЕЕ ХУДОЖЕСТВЕННО-ПРОМЫШLENНОЕ  
УЧИЛИЩЕ им. В. И. МУХИНОЙ

Ф. С. ЭНТЕЛИС

# ФОРМОВАНИЕ И ГОРЯЧЕЕ ДЕКОРИРОВАНИЕ СТЕКЛА

Учебное пособие  
для специальности 2222

Ленинградский инженерно-строительный институт

ЛЕНИНГРАД  
1982

Известно многообразие способов и приемов ручного и механизированного формования и декорирования различных изделий из стекла в горячем состоянии непосредственно у стекловаренной печи.

Многие из них однако либо забыты, либо известны лишь единичным мастерам-стеклодувам.

Между тем широтой применения этих приемов определяется богатство и разнообразие ассортимента изделий на художественных выставках, в музеях и, главное, в торговой сети страны.

Предлагаемая книга имеет своей целью подробно показать технологию формования и горячего декорирования довольно широкой номенклатуры в их развитии от древнего Египта до наших дней.

Форма показа выбрана с расчетом на максимальную доходчивость до читателя, для чего автором выполнено большое количество рисунков, отображающих поэтапно все процессы формообразования. Эти рисунки и сопровождающий их текст по своему познавательному значению равнозначны.

Книга, представляющая собой учебное пособие для студентов художественных вузов, окажется полезной и инженерам, художникам и мастерам стекольной промышленности, а также искусствоведам, археологам и др.

Печатается по решению Совета Ленинградского высшего художественно-промышленного училища имени **В. И. Мухомовой**.

## ВВЕДЕНИЕ

Изобретение и практическое освоение варки стекла — это первого в мире синтетического материала — представляет собой феноменальную, но исключительно важную веху в истории материальной культуры человечества.

Достоинство удивления, как четыре, а по данным некоторых археологов пять с половиной тысячелетий тому назад, без хотя бы элементарных познаний в химии, физике, теплотехнике удавалось синтезировать уже достаточно широкую палитру цветных стекол, обнаруживаемых в многочисленных археологических раскопках.

Несомненно это был творческий эмпиризм в самом высоком понимании этого, в наше время несколько приниженого, слова, Эмпиризм, требовавший колоссального количества экспериментальных варок, постоянных поисков новых стеклообразующих и красящих сырьевых материалов. При этом следует иметь в виду, что все эти материалы можно было изыскивать лишь путем длительного отбора естественных, природных пород, которые, конечно, далеко не всегда можно было найти «под рукой».

Большое значение имело сделанное египтянами открытие того, что в качестве одного из важнейших стеклообразующих материалов, снижающих температуру варки, может служить древесная зола, содержащая поташ.

В подавляющем большинстве своем стекла тех времен (II-I тысячелетия до н. э.) были непрозрачными, заглушенными, — лишь изредка, вероятнее всего случайно, встречаются бусины плохо осветленного прозрачного стекла, сильно окрашенного содержащимися в песке окислами железа.

Ограниченные возможности в достижении в то время высоких температур определили технологию варки стекла в древнем Египте, которая в общих чертах заключалась в следующем.

Предварительно смешанные в требуемой пропорции молотые компоненты (нынешний термин «шихта») загружались в глиняные тигли, близкие по размерам к небольшим сферическим сковородкам, и в них в течение длительного времени нагревались до получения более или менее равномерно сплавившегося стекла. Поскольку, однако, максимально достижимая температура была недостаточной для проведения всего

технологического цикла стекловарения в современном его понимании, процесс варки ограничивался получением вязкой: пастообразной массы, еще не осветленной от выделяющихся при стеклообразовании пузырьков газов. Этим, по-видимому, и объясняется тот факт, что древнеегипетские стекла, как уже указывалось, были почти всегда заглущёнными, маскирующими находящиеся в них пузыри.

Полученное описанным способом стекло вместе с тиглями охлаждали, после чего его выбивали из тигля (последний служил одну варку), измельчали и вторично разогревали до вязкого состояния, — уже для выработки.

Такая технология стекловарения надолго предопределила и технологию формования: пластическая характеристика разогретого стекла, его большая вязкость, позволяла лишь вытягивать



РИС. 1. Финикийская амфора для бальзамариев (бальзамарий) из прозрачного синего стекла — от бус до небольших амфор для декорирования прочесыванием. хранения ароматических жидкостей — бальзамариев.

Все изделия изготовлялись путем наматывания горячих нитей на медный пруток. Бусы наматывались непосредственно на него и оплавливались в огне. Часто они украшались ребрами или зигзагообразными рельефами, инкрустировались, прилепами из цветного стекла, иногда утапливаемыми в тела бусины. Большое распространение получило изготовление ручных браслетов, представляющих собой согнутые в кольца жгутики бесцветного стекла.

Для изготовления бальзамариев медный пруток обмазывался песчано-глиняным сердечником по профилю внутреннего контура сосуда, на который навивались нити глушенного стекла. После разогрева поверхность изделия заглаживалась. Очень часто наматывание нитей варьировалось: нити чередовались по цвету, наматывание производилось многоцветными нитями, на одноцветный фон наносилась цветная спираль. Широкое распространение получило декорирование бальзамариев методом прочесывания, заключающимся в том, что навитая выпуклая цветная спираль прочесывалась в одном или двух направлениях, изгибаясь при этом U-образно, после чего поверхность изделия заглаживалась. Пример декорированного этим способом бальзамария показан на рис. 1. Эта техника позднее была перенесена в керамику, где таким образом на черепок наносят и прочесывают ангоб (в керамике эта техника называется «фляндровка»).

Величайшей виртуозности достигли древние стеклоделы в I веке до н. э. в изготовлении из тянутых стержней знаменитых ваз-муррин. Мурринам посвящена весьма обширная литература. Почти 3 столетия они являются предметом жарких споров искусствоведов и историков стекла. Римский писатель Плиний Старший в 37 книге своей *Naturalis Historiae* утверждает, что Помпей, одержавший победу над царем Митридатом в 61 году до н. э. привез в Рим в качестве трофеев 2 тысячи муррин, которые и посвятил Юпитеру. Там же сообщается, что легендарная коллекция муррин египетской царицы Клеопатры была в Риме продана Августу. Стоимость муррин уже в те времена исключительно высока — в античной литературе приводится цена одной муррины в 70 тысяч сестерций.

Антон Киза в своем 3-томном труде (14) посвятил муррикам более 60 страниц. В этом труде описано как консул Петерий перед смертью из зависти к Нерону разбил муррину, за которую заплатил 300 тысяч сестерций. «Но Нерон, как подбавляет правителю, заплатил за один единственный кубок с ручками 10 миллионов сестерций». Правда Киза предупреждает, что сведения о ценах следует принимать с осторожностью.

Вообще надо сказать, что в труде Кизы в разделе, касающемся муррин, можно обнаружить ряд противоречий и разночтений. В одном месте он указывает, что родиной муррин была Кармания в Парфянском государстве, в другом же месте он называет Фивы. Еще более неубедительными нам пред-

ставляются его гипотезы о технике изготовления мурринг споры о которой, как уже говорилось, ведутся давно.

Для иллюстрации этого нашего утверждения процитируем выдержку из его книги (стр. 512—513).

...«При дальнейшем исследовании мы видим, что стерженьки и трубочки узора расположены НЕ (подчеркнуто нами Ф. Э.) перпендикулярно к поверхности стенки сосуда, соответственно закруглению чаши, а почти параллельно, и что»



Рис. 2 Египетская ваза-«муррина» с наружными ребрами.

противоположные места стенок совершенно одинаковы. Если проследить узор от верхнего края чаши книзу, то заметим, что сечения пучков стерженьков становятся все более косыми и на дне сосуда представляют собой уже поперечные сечения. Это объясняется только тем, что чаша была вырезана из\* блока, который был изготовлен из длинных пучков стержней, погруженных в одноцветное стекло и сплавленных при сильном нагреве». Эта версия далее повторена Кизой на стр. 554—555 и 562.

Здесь, что ни утверждение — сплошные противоречия и алогизмы. Во-первых, у всех без исключения муррин, как следует из многочисленных опубликованных фотографий и личного осмотра имеющегося в Эрмитаже подлинного экземпляра, все декоративные элементы (стерженьки, спирали, пучки разноцветных нитей и т. п.) **как правило расположены перпендикулярно, нормально ко всей поверхности изделия сверху донизу независимо от его формы.** В этом легко убедиться на рис. 2 и 3.

Во-вторых, если следовать версии Кизы, то рисунок стерженьков на вертикальной стенке приближался бы к **продольному** разрезу узорчатого стержня, а в донной части — к по-

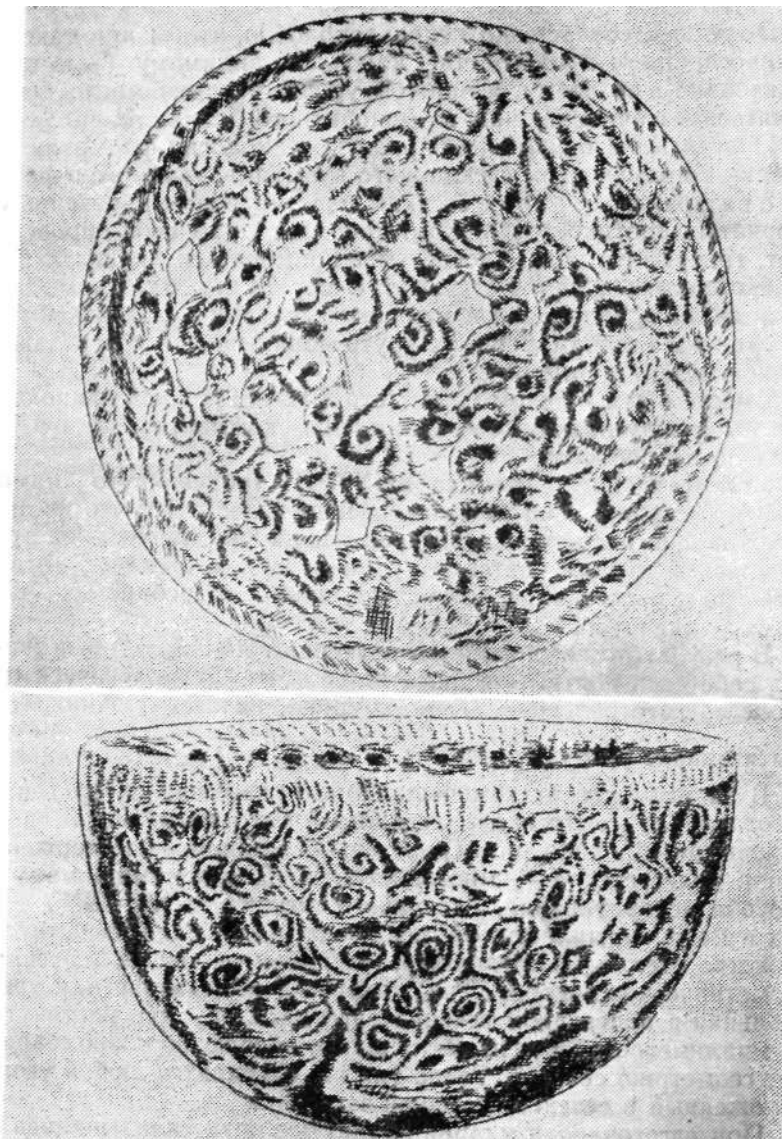


Рис. 3 Египетская ваза-«муррина» с жгутиком, декорированным спиральной ниткой.

пречному. Как известно, в действительности этого нет — их характер везде одинаков.

В-третьих, совершенно неправдоподобно, чтобы при таком крупносерийном производстве, какое, по-видимому, было организовано в то время, и при том уровне техники могло применяться вытачивание чаш из монолитного блока стекла.

Иногда Киза описывает варианты технологии формования муррин с применением стеклянного пузыря, вдвухаемого в форму с разложенными по ее стенкам пластиночками нарезанных узорчатых дротиков. При этом, правда, он сам себя опровергает, говоря, что этот способ мог применяться лишь после изобретения выдувания стекла, т. е. спустя сто лет. Кроме того, вряд-ли правдоподобен вариант выкладки пластиночек по внутренним стенкам формы с круто поднимающимися и даже нависающими стенками.

Вместе с тем в одном месте (стр. 512—513) Киза приводит как бы между прочим, без каких-либо комментариев очень важную подробность:

...«В середине донышка ВНУТРИ (подчеркнуто нами Ф. Э.) выступает иногда пупок»... и дальше: «То, что кроме сглаживания посредством нагрева наружной стороны, как это делалось в древнеегипетском художественном стекле — было известно и прессование, отчетливо видно на ребристых чашах».

В результате всестороннего изучения вопроса автор позволил себе дать новую интерпретацию всего технологического процесса изготовления древних муррин, излагаемую ниже.

Вытягивание узорчатых дров.

В зависимости от композиционного замысла автор вещи заготавливал (вытягивал) исходные стеклянные нити либо одноцветными, либо, последовательно набирая на стержень 2 или более стекла — многоцветными. Для понимания этого способа декорирования, названного позднее, в XV—XVII веках в Венеции, миллефиори, исключительно важно постигнуть свойство стекла вытягиваться, сохраняя в любом сечении геометрическое подобие. Так, например, квадратная или треугольная в поперечном сечении заготовка, будучи растянута до миллиметровой и меньше толщины, абсолютно точно сохранит геометрию сечения. Точно так же сохранится любой узор, заложенный в сечении исходной заготовки.

При изготовлении муррин вытянутые нити складывались в пучки, образующие в сечении задуманный рисунок, после чего эти пучки спекались в огне и затем охлаждались.

Широко распространен был также и другой способ изготовления элементов декора: на полосу цветного (чаще всего фиолетового, синего или коричневого) стекла в горячем состоянии наносился тонкий слой молочного стекла, после чего полоса сворачивалась в рулет, который потом растягивался вдоль своей оси. Судя по характеру окончательного декора на мурринах их авторы не всегда стремились к правильной округлости этих рулетов; наоборот, их, вероятно, иногда специально проминали до неправильной, близкой к трехгранной или прямоугольной форме (см. декор на рис. 2 и 3).

Изготовленные с уже заложенным в сечение тем или иным рисунком дроты далее кололи на пластиночки с помощью металлических колунов, какими пользуются мозаичисты при колке смальт. Особой заботы о правильной резке пластиночек, т. е. перпендикулярности плоскостей срезов к оси дрота они не проявляли. Более того, некоторый перекося пластиночек создает свободу укладки их в изделия и избавляет от суровой геометричности декора; в мурринах даже часто просматривается уходящая вглубь стекла толщина пластиночки, в чем есть своя прелесть.

Сплавление.

Пластиночки укладывались в плоскую, чуть углубленную форму плотную друг к другу или в зависимости от желаемого рисунка на некотором расстоянии. В обоих случаях промежутки (пустоты) заполнялись толченым цветным стеклом, образующим впоследствии фон декора. Чаще всего цвет фона совпадал с цветом основного стекла в спирали, таким образом орнаментация поверхности рисовалась в виде фактуры из белых спиралей, занимающих все поле.

Однако известны образцы муррин с иным декором: здесь на темном, по-видимому, зеленом фоне организовано уложено букеты и венки из цветов со стебельками. Фотография такой ценнейшей муррины (Александрия, I в. до н. э.) приведена в книге Кемпфера (16).

Изучение вопроса По литературным источникам не позволяет точно установить материал, из которого делались формы-противни для сплавления муррин. Надо полагать, что это была либо керамика, либо бронза. Учитывая, что при температурах, необходимых для спекания и пластичного растекания даже относительно легкоплавких стекол того времени, стеклоделы встречались с явлениями прилипания стекла к формам, мы более склонны полагать, что формы были бронзо-

выми; возможно, что они покрывались какой-либо смазкой, предотвращающей прилипание.

### Формование.

Сплавленный «блин» был лишь полуфабрикатом, заготовкой, из которой теперь надлежало отформовать, а иногда и дополнительно декорировать будущее изделие. Вот тут то и становится понятным происхождение «пупка» в центре **внутренней** поверхности муррины. Прямо с противня блин в горячем виде брался на т. н. понтию\*, представлявшую собой железный прут с горячим стеклянным наконечником. Эта понтия прилеплялась в центре блина перпендикулярно к его поверхности.

Большинство муррин обвивалось по краю жгутом, представляющим собой витую веревочку с белой или цветной спирально выходящей нитью. Не подлежит сомнению, что эта веревочка никак не могла быть получена при сплавлении, а наложена свободно в горячем виде, как мы сказали бы ныне, гутным способом.

Не получил до сих пор в мировой литературе достаточного обоснования вопрос о способе получения ребер на наружной поверхности муррин. По нашему глубокому убеждению горячему блину после обрамления его края придавалась вращением на понтии предварительная чашеобразная конфигурация, после чего эта хорошо разогретая заготовка опускалась в окончательную форму, где и прессовалась вручную нажимом внутреннего пуансона.

Древнейшая техника изготовления муррин претерпела свое второе рождение в Венеции спустя 17—18 веков уже в новом виде и новой художественной интерпретации. В свое время (стр. 92) об этом еще будет речь.

### Изобретение выдувания стекла.

Мировой истории материальной культуры хорошо известен революционный перелом в технологии стеклоделия, вызванный изобретением в Римской империи в I веке до н. э. способа выдувания стекла с помощью стеклодувной трубки. Некоторые авторы склонны усматривать в этом случай: мол, рабочие, которые обязаны были раздувать через трубки огонь, нечаянно попали концом трубки в стекло и... выдулся пузырь!...

\* Происходит от французских слов *porate* (острый конец) или *point* (точка). Эти корни вообще имеют распространение в искусстве: в живописи — пуантилизм (одна из техник импрессионизма); в балете — танец на пуантах — (на кончиках пальцев).

Эти авторы упускают из виду, что изобретению способа выдувания стекла предшествовало еще более исторически важное достижение, а именно: римляне (по имеющимся сведениям это впервые произошло в Александрии) научились **варить прозрачное, осветленное от пузырей стекло и получать** его в тиглях сразу в такой **консистенции**, которая позволяла выдувать из него полые сосуды. Оба эти изобретения не случайно совпали по времени — они диалектически связаны и вытекают одно из другого.

Получив в свои руки принципиально новый способ формования полых сосудов, римские стеклоделы в очень короткое время достигли необычайных успехов в технологии горячей обработки стекла, позволявших им непосредственно у печи импровизировать, создавать подлинные произведения искусства, украшающие и ныне лучшие музеи мира. Многие технологические приемы, применявшиеся римлянами, как мы увидим дальше, достойны внимательного изучения современными технологами и мастерами.

Первоначально римляне пользовались т. н. свободным выдуванием, при котором формообразование изделия происходит без заранее изготовленной по шаблону формы, определяющей силуэт изделия. При этом способе происходит как бы свободное горячее выдувание сосуда и декорирование его разнообразнейшими приемами, ныне называемыми гутными (рис. 4—9). Техника эта в дальнейшем будет подробно освещена.

Особый интерес представляет композиционное решение и технологические приемы изготовления ручек к кувшинам, отличавшихся исключительным разнообразием и являющихся определяющей художественной доминантой изделия в целом (рис. 10, 11). Техника изготовления ребристой ручки заключается в том, что горячий набор стекла для нее прилепляется к тулову сосуда через трафарет с соответствующим вырезом; она показана на рис. 64 г-е и в тексте к нему, после чего оттягивается до нужной длины и прилепляется вторым концом к горлу тулова; затем ручке придается желаемая форма. Очень часто ручки декорировались гутными техниками.

Ряд забытых технологических приемов не потерял своего значения до нашего времени; примером этого может служить изображенный на рис. 12 способ формования ножки амфоры вытягиванием непосредственно из корпуса. Эта великолепная амфора изображена в приложении VII к книге И. Вавры (22).

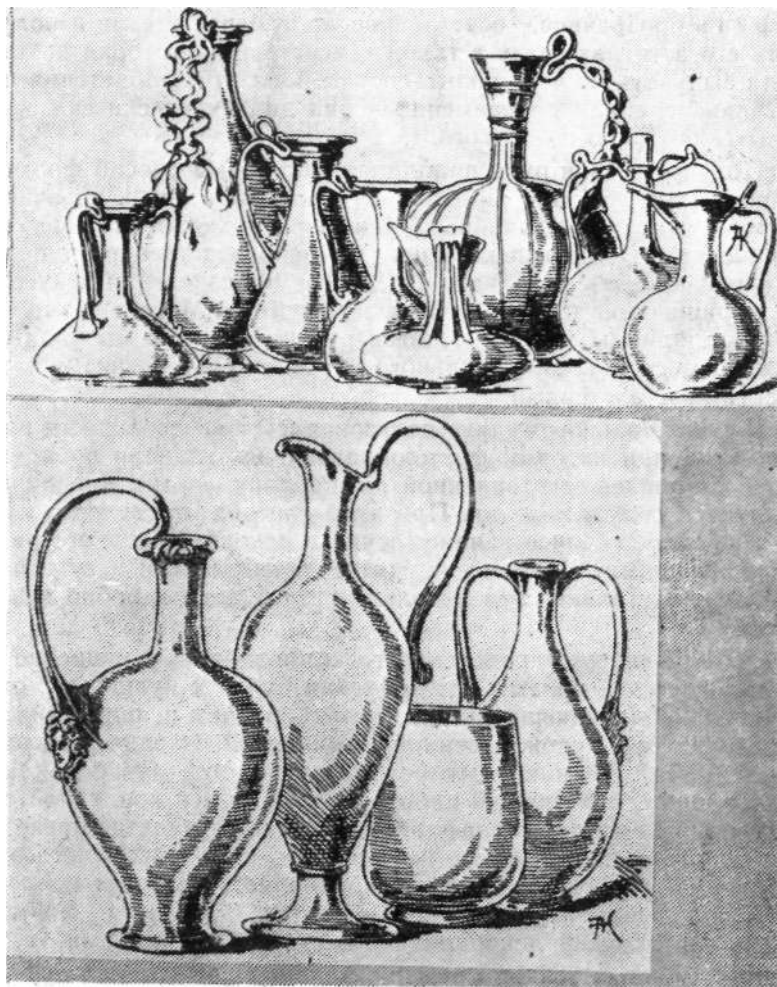


Рис. 4, 5 Античные сосуды свободного выдувания с декоративными ручками.

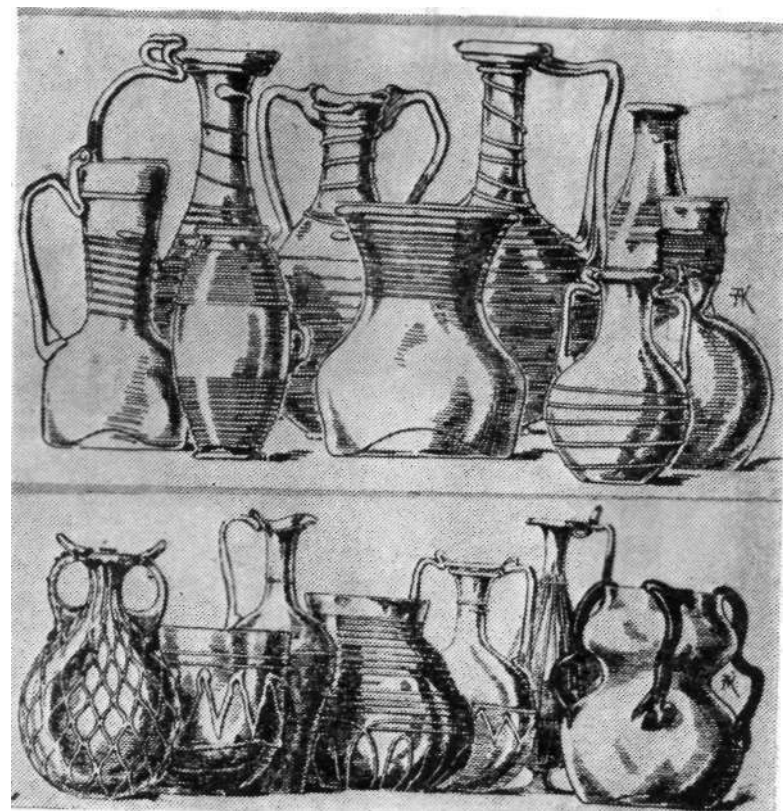


Рис. 6, 7 Античные сосуды свободного выдувания, декорированные прозрачными нитями.





Рис. 8, 9 Античные сосуды свободного выдувания, декорированные свободно наложенными жгутами.

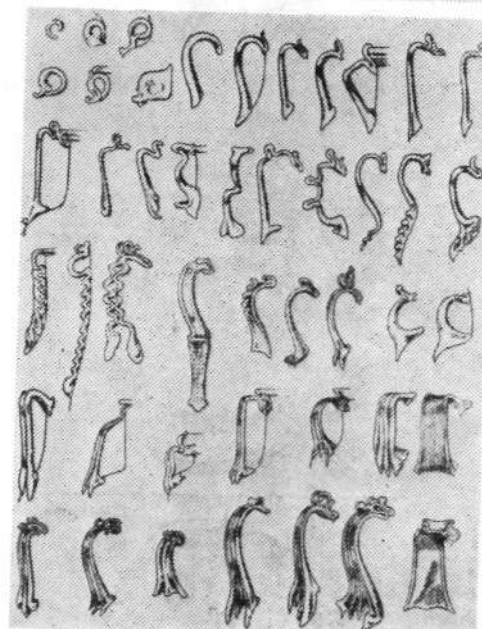
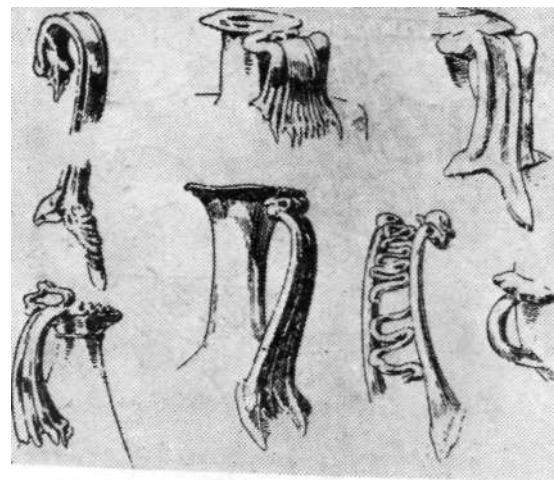


Рис. 10, 11 Фигурные ручки к римским амфорам.



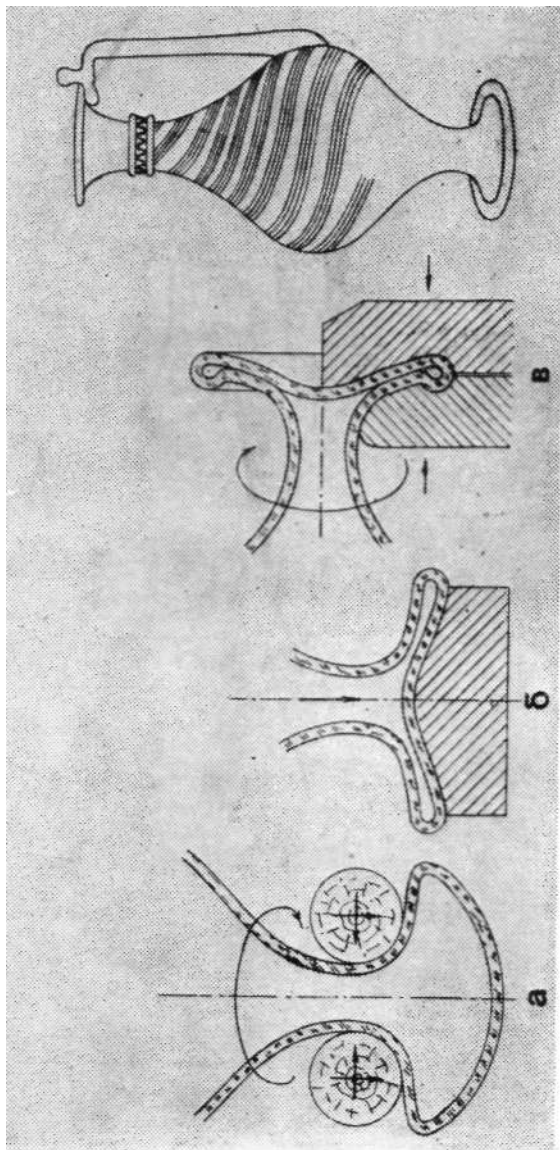


Рис. 12 Формование ножки амфоры вытягиванием стенки тулова.

В II—III веках н. э. римляне начали применять выдувание сосудов в рельефные фигурные формы; один из примеров таких декоративных сосудов показан на рис. 13. Очевидно для выдувания круглых сосудов (тел вращения) формы применялись ими значительно раньше, — об этом можно судить по четкости профиля некоторых сосудов.



Рис. 13 Бутыль из Сидона, выдутая в форме головы Медузы.

Последующие 2 тысячелетия были для стеклоделия эрой дальнейшего многостороннего развития. Разные народы в разные периоды своего культурного и экономического роста вносили свои национальные особенности в искусство и технику производства стекла.

Очень своеобразно, всегда со своим национальным оттенком и в своей технике творили стеклоделы Сирии, Египта, Месопотамии, Персии, Германии, Франции, Италии, Испании. Большой вклад в художественное стеклоделие вложила в XV-XVI веках Венеция. Здесь впервые были разработаны и блестяще использованы техники «миллефиори», знаменитая венецианская филигранная нить и др.

По-своему начало развиваться в XI веке стеклоделие в Киевской Руси, к сожалению, прервавшее свое существование на несколько столетий из-за татаро-монгольского ига. Археологические изыскания Ю. Шаповой (10) показали, что в России уже изготовляли содержащее свинец оконное стекло.

В России стекольное производство вновь возродилось в 30-х годах XVII века, а примерно через 100 лет великий Ломоносов построил под Петербургом свою первую в мире исследовательскую лабораторию, где варка стекла производилась на научной основе. Им была разработана теория стекловарения и собственноручно было синтезировано и сварено более 4 тысяч смальт разных цветов и оттенков. В это же время механик И. Кулибин сконструировал и построил машину для прессования стекла и стан для прокатки зеркального стекла (5).

Подлинного расцвета и международного признания русское художественное стеклоделие достигло во 2 половине XVIII—I трети XIX вв. Стекло и хрусталь привлекли внимание таких крупнейших архитекторов и художников как К. Росси, Б. Растрелли, А. Воронихин, Д. Кваренги, И. Иванов и др., которые впервые применили эти, до того лишь камерные материалы, при создании крупных монументально-декоративных произведений для убранства дворцовых интерьеров (6). Кроме того, они также впервые в мировой практике использовали стекло как отделочный материал в архитектуре парадных помещений (5). Ручное формование таких больших изделий потребовало разработки ряда новых приемов. Выполнение в материале этих произведений поручалось наиболее квалифицированным заводам: Петербургскому Императорскому, Бахметьевскому, Дятковскому и Гусевскому.

В XX веке стекло быстрыми темпами завоевывает все новые и новые области применения. Массовое строительство и новые веяния в архитектуре выдвигают свои требования к увеличению размеров оконного стекла и массовому его выпуску. Пищевая и химическая промышленность требует во много раз умножить производство всевозможных видов стеклянной тары (бутылки, консервные банки, баллоны и др.). Аналогич-

ные требования исходят из оптической, электротехнической, приборостроительной, медицинской и других отраслей промышленности. Ручное производство более не в состоянии удовлетворить ни по количеству, ни по номенклатуре изделий непрерывно растущего спроса на стекло.

Эта конъюнктура и социальные предпосылки вызвали к жизни индустриализацию производства всех видов стеклянных изделий. В начале века впервые появились автоматы для выдувания бутылок.

Исключительное значение имело изобретение в 20 годах способа механизированного непрерывного вытягивания крупноразмерного оконного стекла. Это замечательное изобретение полностью высвободило рабочих стеклодувов от их виртуозного, но крайне изнурительного, монотонного труда в тяжелых антисанитарных условиях.

Технический прогресс интенсивно развивающейся стекольной промышленности превратил ее в мощную отрасль индустрии с высокой степенью механизации и автоматизации.

Ручное производство сохранено лишь для выделки мало-серийной столовой посуды которой неизвестно почему, было присвоено, ныне даже узаконенное в статистических сводках, название сортовой. Еще большее значение оно имеет при изготовлении уникальных произведений искусства.

Это не следует рассматривать как временное явление, которое просуществует только до изобретения машин, могущих заменить ручную работу. За этими изделиями навсегда должна быть сохранена их рукотворная прелесть и тепло рук, их сотворивших.

Художественное стеклоделие выделилось в нашем веке как целая область прикладного искусства, базирующаяся на современных достижениях науки. Ее отличительная особенность заключается в том, что здесь синтезирована творческая деятельность работающих в содружестве людей разных специальностей. Среди них: художники, задумывающие свои произведения, инженеры, непрерывно расширяющие технические и художественные возможности технологии стеклоделия и мастера-исполнители, непосредственно реализующие замыслы художников. Этот, характерный для нашего времени, симбиоз дает плодотворные результаты. Об этом свидетельствует опыт многих стран, в частности Чехословакии и Советского Союза.

В СССР в конце 30-х и позднее в середине 40-х годов были широко развернуты работы по возрождению и дальнейшему развитию художественного стеклоделия. Изыскивались новые составы цветных и других декоративных стекол, изобре-

тено богатое своими декоративными возможностями сульфид-цинковое стекло, разработана технология отливки стеклянных скульптур методом моллирования, создана теория шлифования и полировки стекла и др.

Много внимания уделяется вопросам подготовки кадров художников-стекольщиков. В Ленинградском высшем художественно-промышленном училище, которому в 1954 году была присвоено имя В. И. Мухомовой, была создана первая в стране кафедра художественного стекла. Вслед за ней аналогичная кафедра образовалась в МВХПУ (б. Строгановском). Подготовка художников по стеклу началась также во многих других учебных заведениях.

Обнаружилось однако, что, несмотря на наличие обширной технической и искусствоведческой литературы по стеклу, учебных пособий, в которых детально были бы описаны процессы и приемы формования и горячего декорирования изделий из стекла, как ручных, так и механизированных — нет. Восполнить в какой-то мере этот пробел — цель предлагаемой книги.

За недостатком места не представилось возможным охватить все многообразие приемов горячего декорирования: так, например, в книгу не вошли многочисленные приемы гутной; работы, стеклодувные работы на горелке и т. д.

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Все виды горячего формования и декорирования изделий из стекла основаны на его свойстве переходить из одного агрегатного состояния в другое, т. е. из жидкого в твердое и обратно — через вязкое состояние. В отличие от других материалов стеклу не свойственна какая-либо определенная температура плавления, — для стекла того или иного состава может быть установлена лишь температура начала размягчения.

Это отличие стекла, например, от свинца наглядно показано на рис. 14. При местном нагреве острым пламенем газовой горелки свинцового стержня с него по достижении температуры плавления упадет капля расплавленного свинца, а в зажимах останутся 2 половинки стержня. Иначе поведет себя стеклянная палочка — она начнет U-образно выгибаться все длиннее и длиннее вниз. Если зажимы начнут расходиться, то стекло будет вытягиваться в нить, тем более тонкую, чем

больше при прочих равных условиях будет скорость растяжения. На этом основан способ получения тончайших стеклянных волокон диаметром в несколько микрон.

Однако не все стекла одинаково, в одних и тех же интервалах температур затвердевают или доходят до состояния жидкого расплава. В зависимости от химического состава эти интервалы могут изменяться в широких пределах. Стекла с

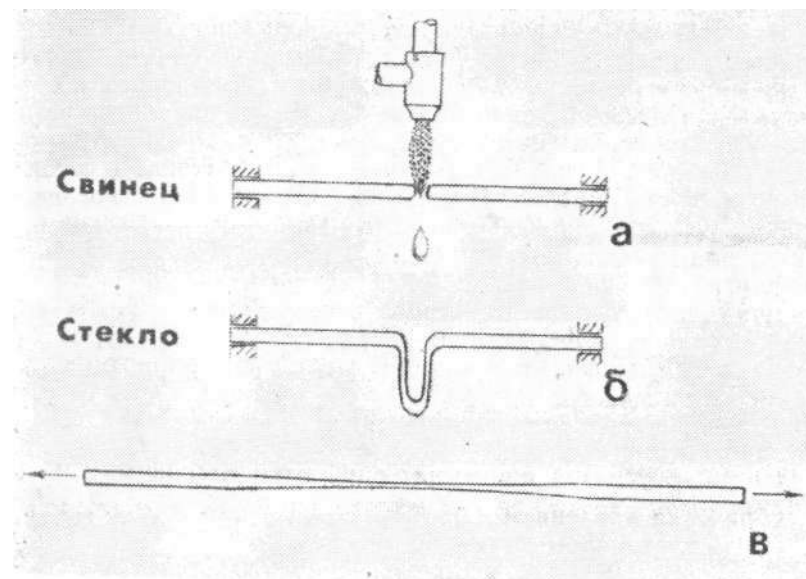


Рис. 14 Характер деформации стеклянного стержня при нагревании.

большим интервалом вязкости называют длинными, — с малым — короткими. Этими важными, с точки зрения процессов горячей обработки характеристиками стекла можно управлять, предварительно соответственно рассчитывая его состав. Для многодельных изделий, требующих относительно большой затраты времени, естественно предпочтительно иметь длинное стекло, между тем как например в ручном производстве стаканов длинное стекло будет сдерживать производительность мастера-стеклодува.

Есть стекла, твердеющие, еще будучи раскаленными до красна. Другие, наоборот, потеряв совсем накал, еще какое-то время остаются пластичными. Пластичность в горячем со-

стоянии — одно из важнейших свойств стекла для художника, работающего у печи со стеклодувом. Чаще всего ему надо приспособиться к стеклу, чем подбирать себе нужное для осуществления его замысла стекло. Поэтому крайне важно, чтобы художник свыкся с имеющимся в его распоряжении стеклом, постиг его пластический «нрав» еще в большей степени, чем кузнец с металлом, столяр с деревом, наконец, чем дирижер со своим оркестром.

Разнообразные способы горячего формования стекла могут быть сведены к 4 известным группам механической обработки: обработке давлением, растяжением, выдуванием и свободным течением. Каждый из этих принципов обработки в зависимости от особенностей процессов производства тех или иных изделий варьируется в своем конструктивном и технологическом воплощении. Интересно, что производство некоторых видов стеклянных изделий в разные исторические периоды под влиянием технического прогресса принципиально меняло методы формования. Так, листовое стекло трижды претерпевало изменения способов формования: сначала его прокатывали вручную скалкой (обработка давлением), затем выдували и, наконец, перешли на вытягивание, причем каждый из этих способов по несколько раз модифицировался или: модернизировался под влиянием роста уровня техники.

На упомянутых 4 принципах обработки основаны:

**обработка давлением** — прессование, прокатка изделий различного профиля;

растяжение — вытягивание труб, штабиков, волокна, листового (оконного) стекла;

**выдувание** — изготовление всех полых изделий;

**свободное течение** — литье скульптур, гнутье стекла, центробежное формование.

В этом порядке мы и приступим к подробному описанию самих процессов формования, а затем и декорирования.

Для более удобного восприятия изложение процессов формования выделено в 2 самостоятельных раздела: ручное и механизированное производство.

## РУЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

### Прессование

Прессование представляет собой один из способов массового, крупносерийного производства изделий широкого ассортимента. На рис. 15 представлена технологическая схема процесса. В пресс-форму, состоящую из конструктивных элементов: матрицы 2, кольца 3, пуансона 4 и поддона-выталки\*

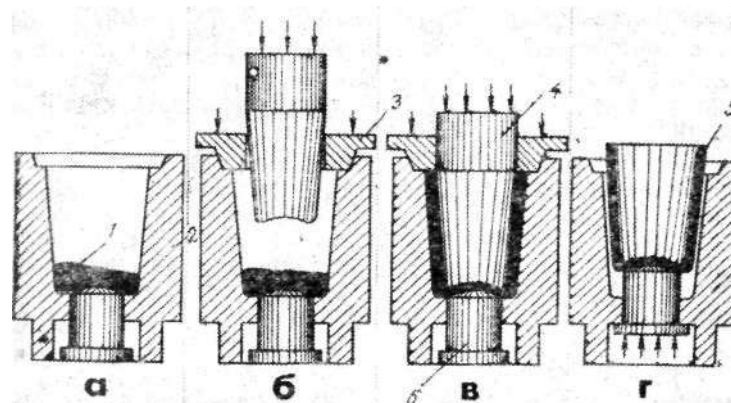


Рис. 15 Технологическая схема процесса прессования полых изделий.

вателя 6, подается порция стекла, примерно требуемого веса. В ручном производстве это делается так: рабочий (наборщик) наматывает на шамотный шаровидный наконечник, надетый на железную трубку или стержень, горячее стекло в количестве, несколько превышающем требуемое, и быстро подносит его к выведенной из под поднятого пуансона - матрицы; прессовщик ручными ножницами отрезает порцию стекла, которая падает на дно матрицы на верхнюю поверхность поддона (а). Вслед за этим устанавливается кольцо, форма подвигается под пуансон и он начинает опускаться (б) до тех пор, пока выдавливаемое стекло не упрется в кольцо, т. е. не заполнит всю рабочую полость пресс-формы, (в). Для правильного понимания этого процесса следует обратить внимание на то, что пуансон не имеет никаких конструктивных ограничений своего вертикального хода, он опирается **только** на стекло, находящееся в пластичном состоянии. Такое прессование называется

ется гидростатическим. Оно по известному закону Паскаля обеспечивает равномерность распределения давления на любую точку поверхности внутренней полости формы. Это очень важно, т. к. позволяет при прессовании получать отпечатки любой тончайшей рельефной фактуры, выгравированной на форме. Для обеспечения условий гидростатического прессования необходимо, чтобы полость формы была более или менее герметизирована — эту функцию выполняет кольцо, которое кроме того формирует профиль верхнего края изделия. Для того, чтобы кольцо под действием напора стекла снизу при прессовании не поднималось со своего места, оно одновременно с опусканием пуансона прижимается (в). При таком методе формования некоторые возможные погрешности в дозировке стекла при отрезке скажутся лишь в небольшом отклонении толщины дна от заданной.

Прессование представляет собой способ формования с большими возможностями варьирования ассортимента вырабатываемых изделий. Он вполне пригоден не только для полых, но и для плоских, даже сложного профиля изделий. Одним из достоинств прессования, представляющим для художника большой интерес, является независимость внутреннего и наружного силуэтов в одном изделии. Иногда контрастирующие один другому или наоборот, дополняющие друг друга силуэты могут помочь автору изделия, пользуясь прозрачностью стекла, полнее выразить задуманную им композицию. Единственным ограничением этого способа является требование возможности выхода пуансона из изделия. Наружный же силуэт не ограничивается, т. к. матрица может быть разъемной на петлях.

На рис. 16 показан пресс ПСП-2 с пневматическим приводом. Пресс-форма свободно устанавливается на столе; для ее центрирования соосно с пуансоном, который укрепляется зажимами на штоке поршня пневмопривода, стол снабжен регулируемыми упорами. Траверса с пуансоном имеет возвратно-поступательный ход на регулируемую высоту и движется по направляющим колонкам. Как уже указывалось, для питания пресс-формы порцией горячего стекла, она вручную выдвигается по столу из-под пуансона. Для выемки отпрессованного изделия поддон после снятия кольца выдвигается и выталкивает изделие. Иногда для выемки изделия матрицу переворачивают вверх дном.

В качестве примера, показывающего возможности процесса прессования сложных изделий, приводим одну из деталей стеклянной облицовки колонн (капители) подземного вести-

•юля станции метро «Автово» в Ленинграде и чертеж пресс-формы для ее формования (рис. 17). В связи с тем, что стальной каркас для крепления облицовки заранее изготовлялся и монтировался на место в стандартном исполнении, весь

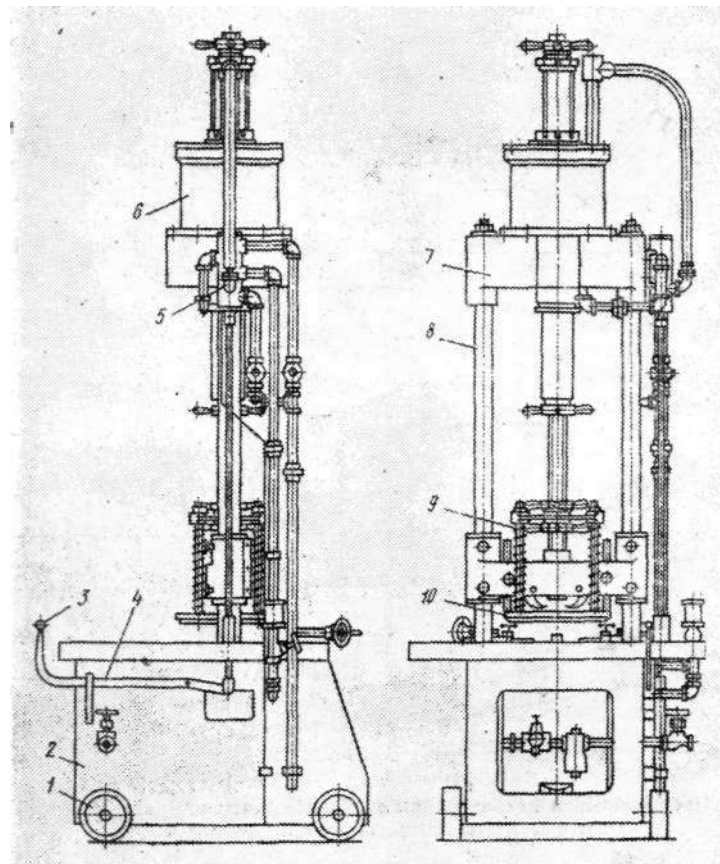


Рис. 16 Однопозиционный полуавтоматический пресс ПСП-2.

ма важно было обеспечить высокую точность размеров стеклянных деталей, дабы полностью исключить необходимость какой-либо подгонки при установке стекла на место. Несмотря на очень сложные формы и солидный вес (отдельные детали

веса 12—15 кг), точность их изготовления была исключительной. Прессование этих деталей было поручено Константиновскому заводу «Автостекло», который с этим в короткий срок отлично справился.

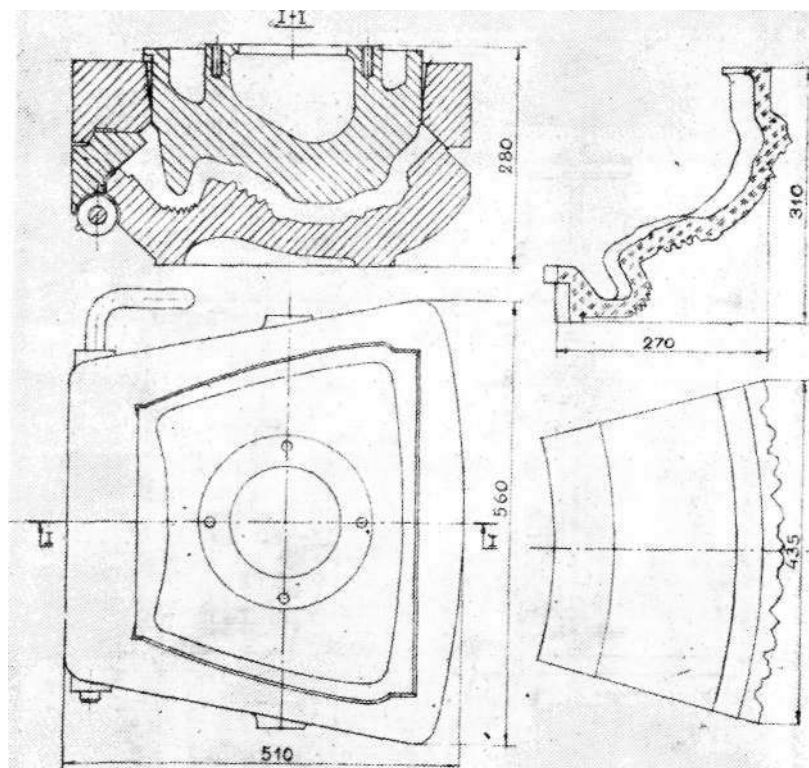


Рис. 17 Пресс-форма и деталь капители колонны станции метро «Автово» в Ленинграде.

В последнее время в художественном стеклоделии появилась тенденция давать стеклу большую свободу произвольного течения, которая выражала бы стремление этого материала к текучести в горячем состоянии. Как мы уже писали, ряд способов формования целиком базируются на свободном течении стекла. Однако недавно некоторые художники задались целью как бы индустриализировать это свободное формование в данном случае сочетая его с прессованием.

Идея заключается в том, что прессование происходит не в условиях гидростатического давления, а в незамкнутом объеме пресс-формы, например, без кольца. При этом стекло под действием опускающегося пуансона выдавливается через края матрицы, частично свободно переливаясь наружу.

Оригинально применил этот принцип художник Салаватского стекольного завода А. Давыдов. Предложив сделать кольцо в виде зубчатого венчика, через Г-образные каналы которого может свободно вытекать стекло на кольцевой обод, вокруг матрицы (рис. 18), он получил вазу для фруктов с ажурными стенками, завершающуюся сверху свободно сплавившимися струями стекла. Этот опыт открывает новые возможности, которые, несомненно, в дальнейшем разными художниками будут решаться по-разному. Этим самым прессованные изделия будут освобождены от некоторой сухости, свойственной им до сих пор.

Одним из недостатков прессованных изделий является так называемая кованность их поверхности. Она объясняется тем, что в месте контакта с металлом формы стекло несколько охлаждается, и, следовательно, становится более вязким; при последующем течении в процессе формирования эти более вязкие слои стекла образуют некоторую складчатость. Более же высокий, подогрев формы недопустим, он может вызвать прилипание стекла к ее рабочей поверхности.

Для облагораживания поверхности прессованные изделия подвергают огневой полировке, т. е. оплавлению ее в высокотемпературной среде. Во избежание деформации изделий эта термообработка проводится очень кратковременно. Однако часто ее удлиняют во времени, заведомо доводя изделие до размягчения с целью частичного изменения его формы. В этом случае прессуется как бы полуфабрикат, заготовка, из которой уже вручную выделяется изделие требуемой формы. Такой метод может быть использован при необходимости получения большим тиражом не только посуды, но и каких-нибудь декоративных элементов — этим, например, широко пользуется известная французская фирма художественного стекла Lalique (11, 12).

## Вытягивание

Как уже отмечалось, вытягивание представляет собой самый древний вид выделки стекла. В нем больше, чем во всех способах формования проявляются свойственные ему вязкостные характеристики и замечательная способность сохранять



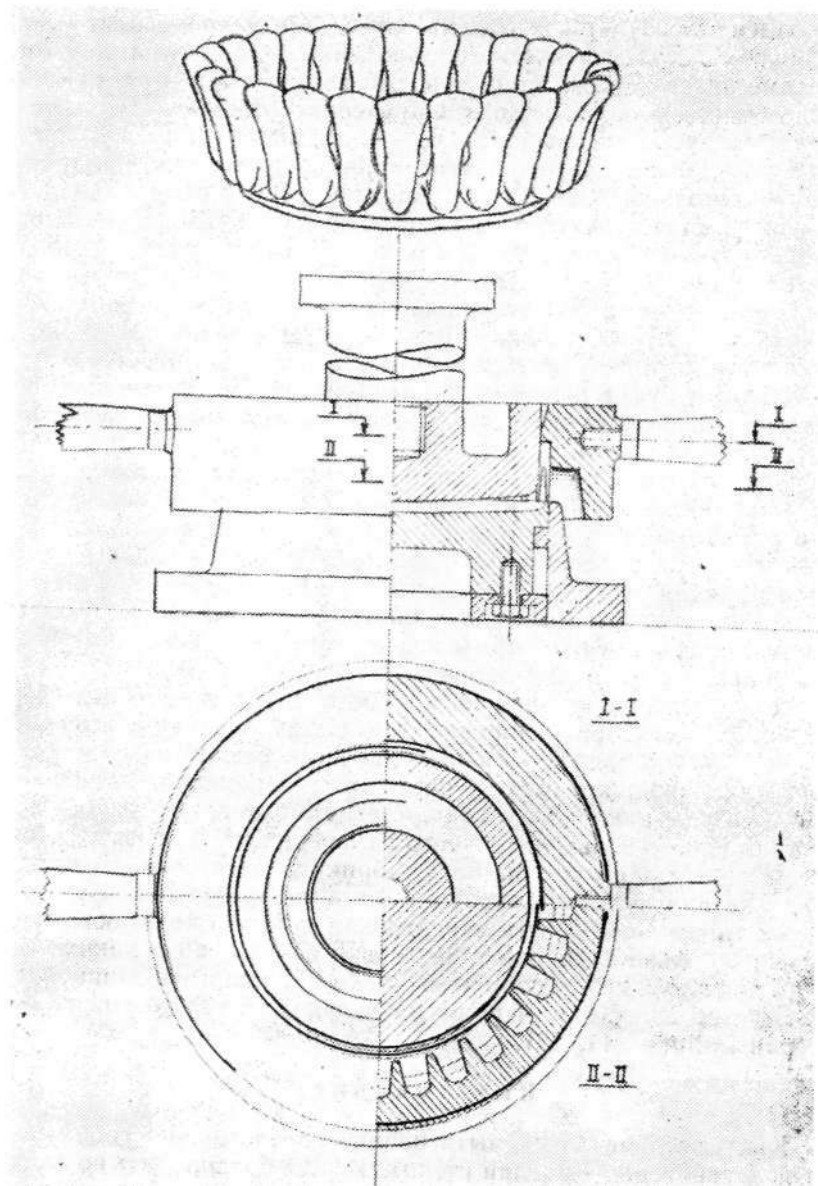


Рис. 18 Образец «свободного» прессования и пресс-форма для него.

при растяжении геометрическое подобие в любом поперечном сечении наиболее тонко вытянутой нити поперечному сечению исходной заготовки. Это касается не только профиля вытягиваемого стержня или нити, но и рисунка, заложенного в поперечное сечение заготовки.

Благодаря большой технологичности, универсальности и устойчивости процесса вытягивания, он широко распространен: в разных вариантах для производства самых разнообразных видов продукции как ручным, так и механизированным способами.

На рис. 19 показан процесс ручного вытягивания штабиков и труб различного диаметра и различных сечений. Мастер-стеклодув набирает на рабочий конец стеклодувной трубки (так называемый набель)—требуемую порцию стекла; иногда он постепенно наращивает эту порцию в 2—3 приема. К образовавшейся каплевидной заготовке прилепляется понтия, представляющая собой как уже указывалось, другую трубку или стержень с маленьким горячим стеклянным наконечником, полученным путем набора и закатки стекла на плитке. Затем два мастера, постепенно расходясь, растягивают стекло до нужной толщины. Несмотря на кажущуюся простоту, этот процесс требует большого навыка и квалификации рабочих. Дело в том, что стекло при его вытягивании имеет тенденцию наиболее тонко вытягиваться в середине длины дрота; для получения же его в достаточной степени калиброванным нужно довольно тонко управлять скоростью растяжения и температурой стекла. Сложность ручного вытягивания во много раз; возрастает при необходимости вытягивания полых трубок.

Ведь при этом мастеру приходится программировать при вытягивании не только наружный диаметр, но и толщину стенки трубки! Это, помимо всего прочего, регулируется и силой дутья в трубку. В художественном стеклоделии нередко приходится вытягивать витые стержни и трубы; делается это так, как показано на рис. 19 (г-е) и (ж-и). Заготовке предварительно задается требуемая форма, после чего уже прилепляется понтия. Квадратная в сечении форма придается либо опусканием набранного стекла в форму, либо четырехкратным легким ударом его по столу. Для получения же каннелированной поверхности применяются особые приспособления (рис. 20); в зависимости от требуемого характера каннелюр применяется тот или иной вид приспособлений. При необходимости изготовления витых дротов, стержней или труб стеклодувная трубка и понтия вращаются при вытягивании в разные стороны.

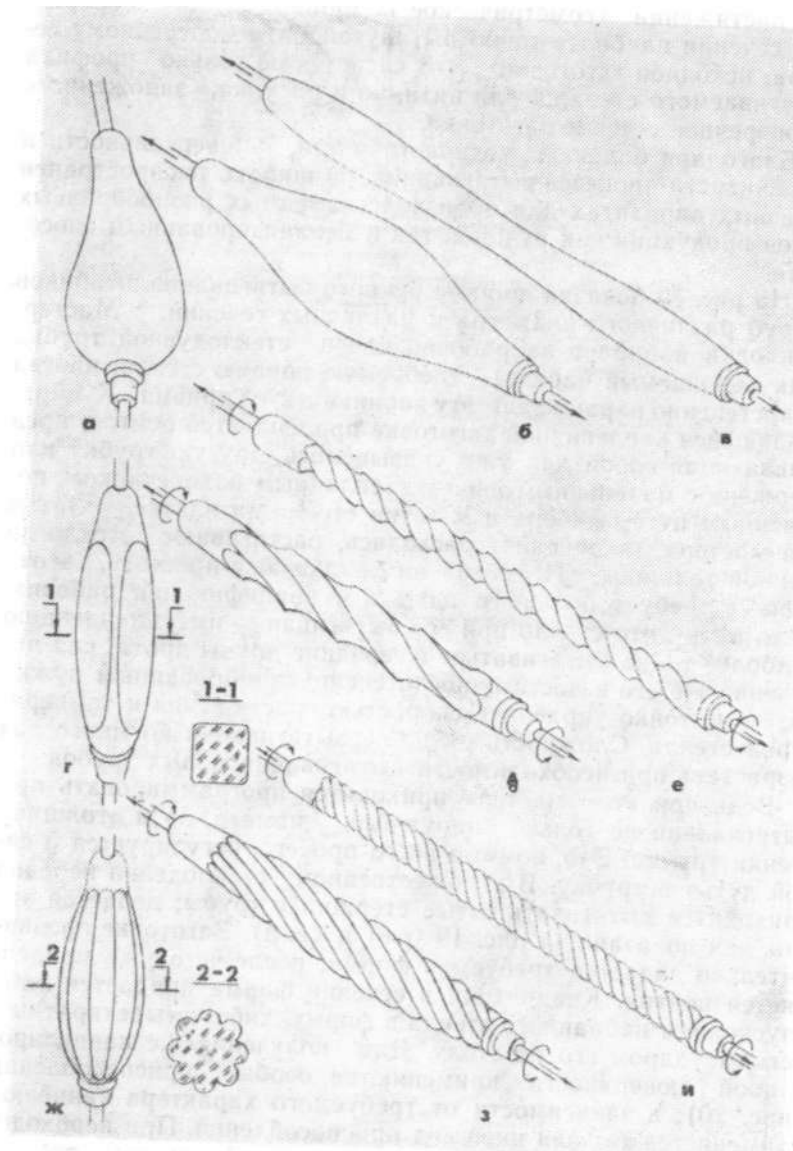


Рис. 19 Ручное вытягивание круглых и фигурных дров и труб.

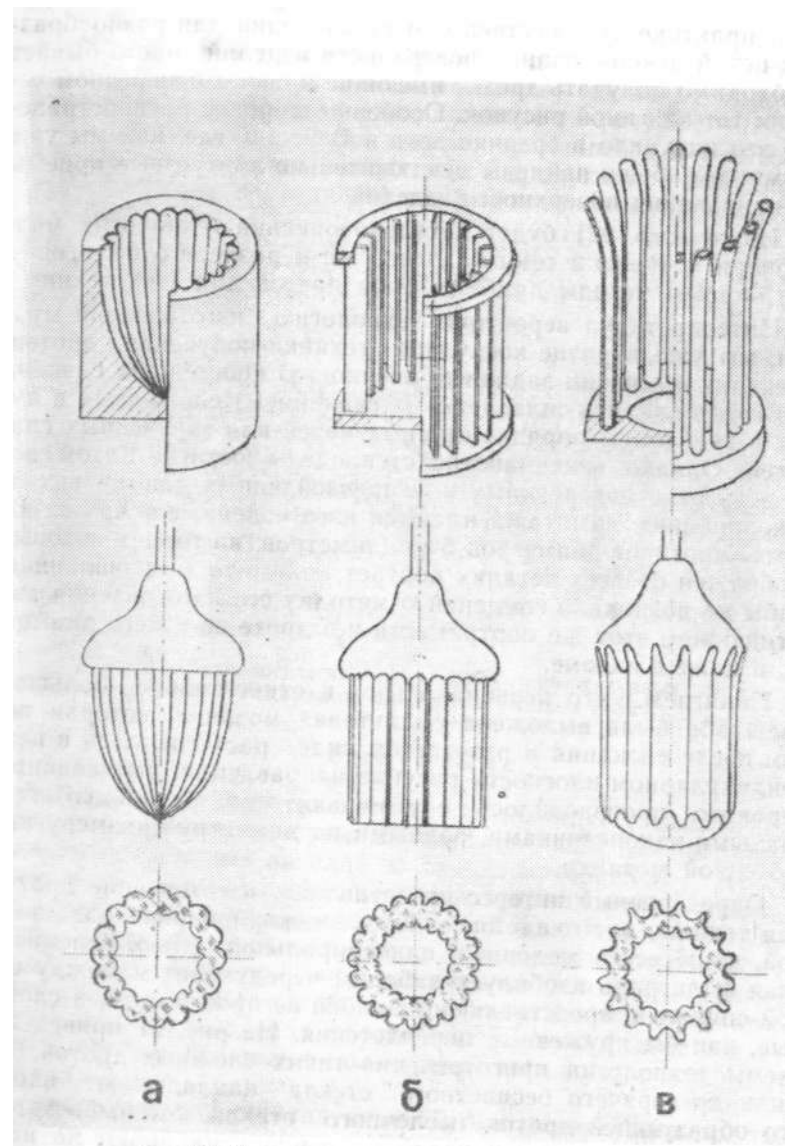


Рис. 20 Приспособления для рифления стекла.

В практике художественного стеклоделия для разнообразных целей декорирования поверхности изделий часто бывает необходимо получать дроты, имеющие в своем поперечном сечении тот или иной рисунок. Особенно широкое распространение это получило в средние века в Венеции, где, как мы уже упоминали, были найдены исключительно виртуозные приемы, декорирования поверхности изделий.

Ниже (стр. 92) будет детально описана технология миллефиори и «*vetro a retorti*». Здесь же в разделе о вытягивании опишем методы приготовления дротов для этих техник.

Интерпретируя вероятную технологию изготовления муррин, мы уже вкратце коснулись техники получения дротов, имеющих в сечении заданный рисунок. В простейших случаях, они изготавливались сплавлением (спеканием) сложенных в пучок в требуемом порядке цветных нитей или скрученных спиралей. Однако венецианские стеклоделы достигли в этом своем искусстве невероятных и непревзойденных доныне высот. В коллекциях Эрмитажа имеются изготовленные в XIX в. образцы дротиков диаметров 5 миллиметров, на торцах которых, изображен во всех деталях портрет какого-то военачальника. Дабы не возникало сомнений о методах его изготовления вытягиванием, этот же портрет есть и в дроте большего диаметра, и даже в изломе.

Полагаем, что первоначально в относительно большом масштабе была выложена смальтовая мозаика, которая потом после спекания в разогретом виде растягивалась в перпендикулярном плоскости рисунка направлении; вытягивание, вероятно производилось с помощью двух понтий со стеклянными наконечниками, равными по диаметру размеру выложенной мозаики.

Определенный интерес представляет изготовление дротов для техники «*vetro a retorti*». Кроме декорирования одноцветной, чаще всего молочной, односпиральной нитью, венецианская филигрань изобилует набором чередующихся между собой спиралей, представляющих собой не просто нити, а сложные, как бы кружевные переплетения. На рис. 21 приведены схемы технологии приготовления таких сложных дротов: на цилиндр горячего бесцветного стекла накладывают вдоль его образующей дротик молочного стекла, который затем утапливают его в тело; после этого вновь набирают на него слой бесцветного (а или б), после чего все это растягивают, вращая трубку и понтию в разных направлениях. Получается дрот со спиральной нитью. Поскольку основное стекло

прозрачно, молочная спираль вся видна на передней стороне дрота. Постепенно усложняя раскладку молочных дротиков, можно получать дроты, изображенные на (в-ж).

Принцип вытягивания широко применяется и в наше время для производства многих видов продукции. Это будет подробно описано в разделе о механизированном производстве.

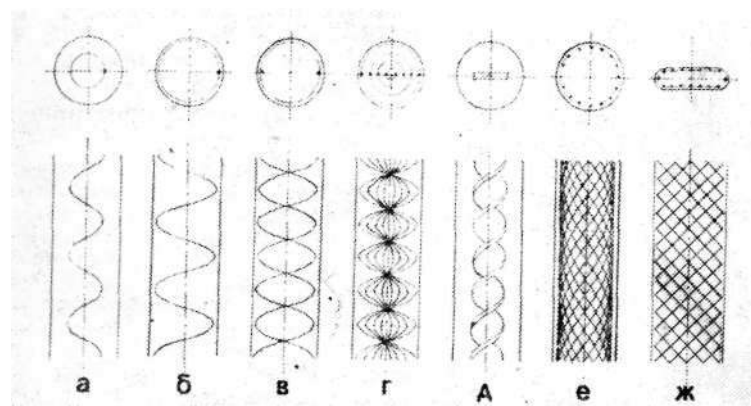


Рис. 21 Технологическая схема получения фигурных дротов для венецианской филигранны (*vetro a retorti*).

## Выдувание

Выдувание представляет собой, пожалуй, самый удивительный процесс, которым пользуются люди для формирования всевозможных изделий из любых материалов. Действительно, на первый взгляд непостижимо, как может стеклодув, вооруженный лишь отрезком простой железной трубы, управлять формообразованием самых замысловатых изделий.

Чтобы понять принципы, на которых базируется выдувание стекла, познакомимся с его элементарными основами на примерах изготовления простейших изделий, а также с инструментами, которыми пользуется стеклодув, с его рабочим местом.

Классическая стеклодувная трубка за две с лишним тысячи лет своего существования больших, принципиальных конструктивных изменений не претерпела, что уже само по себе свидетельствует о гениальности ее изобретателей. Она представляет собою железную трубу длиной до полутора метров и диаметром от 15 до 35 мм, который зависит от размеров и

веса выдуваемого изделия. Рабочий конец трубы заканчивается утолщенным, слегка коническим наконечником, называемым «набелем». Второй конец трубки для более удобного прикасания к нему губами стеклодува несколько оттянут, уменьшаясь к своему завершению. Для того, чтобы руками не было горячо держать трубку, которая от стекла постепенно все больше разогревается, на трубку надета теплоизолирующая обойма из дерева или резины. Трубку периодически охлаждают водой.

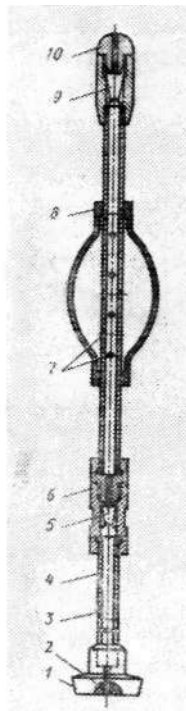


Рис. 22. Стеклодувная трубка-«самодувка»

В таком, несколько не измененном виде стеклодувная трубка широко распространена во всем мире.

В СССР с 30-х годов нашего века нашла применение усовершенствованная трубка. По инициативе Ленинградского городского комитета партии в целях изыскания способа освобождения стеклодувов от изнурительного труда выдувания своими легкими был объявлен всесоюзный конкурс на стеклодувный прибор. Конкурс вследствие своей большой актуальности привлек огромное число участников во всей стране. Было прислано более 200 предложений самых разнообразных конструкций и принципов действия. Нужно сказать, что главным условием конкурса было требование к новому стеклодувному прибору: пользование им не должно вносить в работу мастера никаких новых рабочих приемов, которые были бы ему непривычны, и отвлекали бы его от постоянного внимания к находящемуся на кончике трубки стеклу. Вот, исходя из этого требования, жюри конкурса присудило первую премию элементарно простому и остроумному решению — снабдить трубку резиновой грушей, которая, как показали эксперименты, вполне способна создавать в выдуваемом изделии требуемое давление (рис. 22). Эта трубка, которая вскоре приобрела на заводах название «трубки-самодувки», была признана подлежащей обязательному внедрению во всей промышленности, а ее авторы Б. тагообразов, Гапдшу и Гринберг, так же как и люди содействовавшие ее внедрению были награждены орденами и медалями СССР.

Трубка элементарно проста по конструкции: благодаря наличию 2-х клапанов (5 и 9), находящийся в груше воздух вдвигается в изделие при нажиме на нее и вновь поступает из атмосферы — при отпуске ее.

Таким образом, мастер привычными для него приемами работы с трубкой держит ее между ладонями и в зависимости от требуемого в каждом отдельном случае давления дутья сжимает или ослабляет сжатие ладоней, вращая между ними трубку как и прежде.

Рабочее место мастера, называемое креслом, несмотря на некоторые непринципиальные модификации, в общем-то во всем мире в течение многих веков сложилось и традиционно

передается из поколения в поколение (рис. 23). Оно представляет собой скамейку с 2 широко расставленными поручнями, часто окованными стальными полосками, заканчивающимися загнутыми вверх крючками. Вправо от сидящего на кресле мастера скамейка на 40—50 см выступает дальше поручня; здесь под рукой у мастера находится нужный ему постоянно инструмент. Тут же на полу находится ведро с водой и ящик для обрезков стекла.

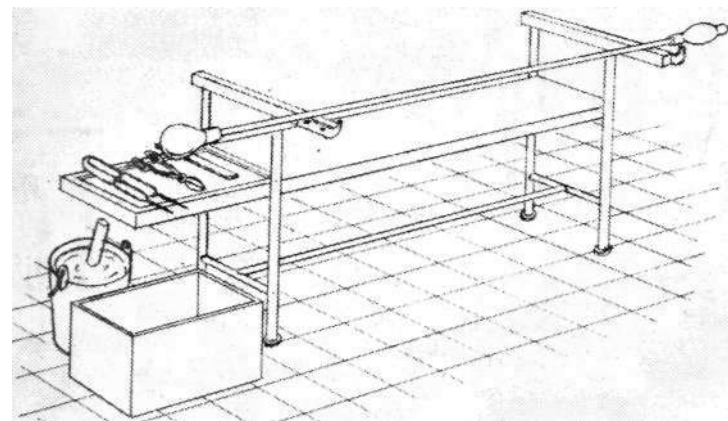


Рис. 23 Рабочее место (кресло) мастера выдувальщика-отдельщика.

На рис. 24 показаны инструменты, которыми мастера-стеклодувы пользуются в своей повседневной практике. В общем, это набор всевозможных ножниц, пинцетов и др. несложных приспособлений, с помощью которых они придают стеклу предварительную форму, а при свободном выдувании и вообще формируют изделие. Кроме этого постоянно употребляемого инструмента, имеется ряд специализированных приспособлений, которые будут описаны ниже по мере изложения случаев их конкретного применения.

Попытаемся теперь постигнуть принципы, положенные в основу процесса выдувания стеклянного изделия — понять каким образом мастер-выдувальщик может управлять ходом -формообразования сосуда, может придавать ему не только

требуемый внешний силуэт, но и очертания его внутренней полости.

Представим себе, что требуется отформовать 2 стаканчика одинаковой **наружной формы** и одинакового **веса**, но в одном случае в стаканчике стекло будет распределено таким образом, что толщина стенок и дна будут одинаковыми, а в другом — у дна будет так называемый залив, т. е. большая толщина, а стенки — очень тонки.

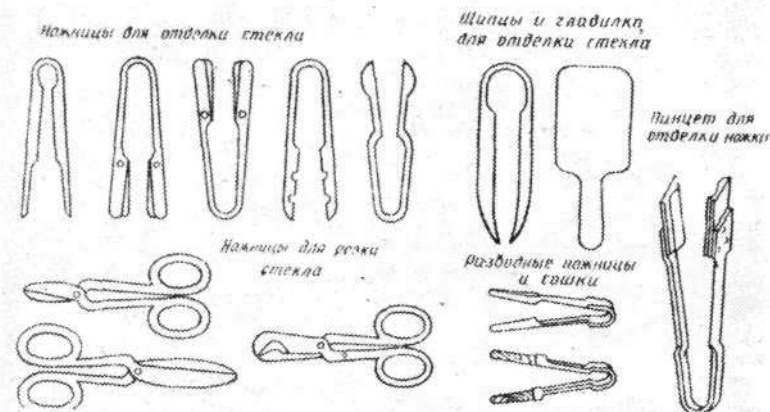


Рис. 24 Рабочий инструмент стеклодува.

Если бы эти изделия формовались прессованием, то, как мы уже знаем, в обоих случаях пресс-формы отличались бы пуансонами, которые и обеспечивали бы при одинаковом весе капли стекломассы разные внутренние контуры полости изделий. Но ведь вдуваемый через трубку воздух не может выполнить эту задачу! Как же все таки стеклодув воздействует на распределение набранного на трубку количества стекла по высоте будущего изделия? Ответ на этот вопрос можно получить из рассмотрения процесса свободного формообразования стекла в результате его течения под влиянием сил притяжения (гравитации). При разных положениях трубки по-разному течет стекло. В случае, когда к нему не прикладывают никаких посторонних усилий (без вращения и без дутья), если вращают трубку вокруг ее оси (следует учесть, что вращение настолько медленное, что никаких центробежных сил в стекле при этом возникать не может), — наконец, если одновремен-

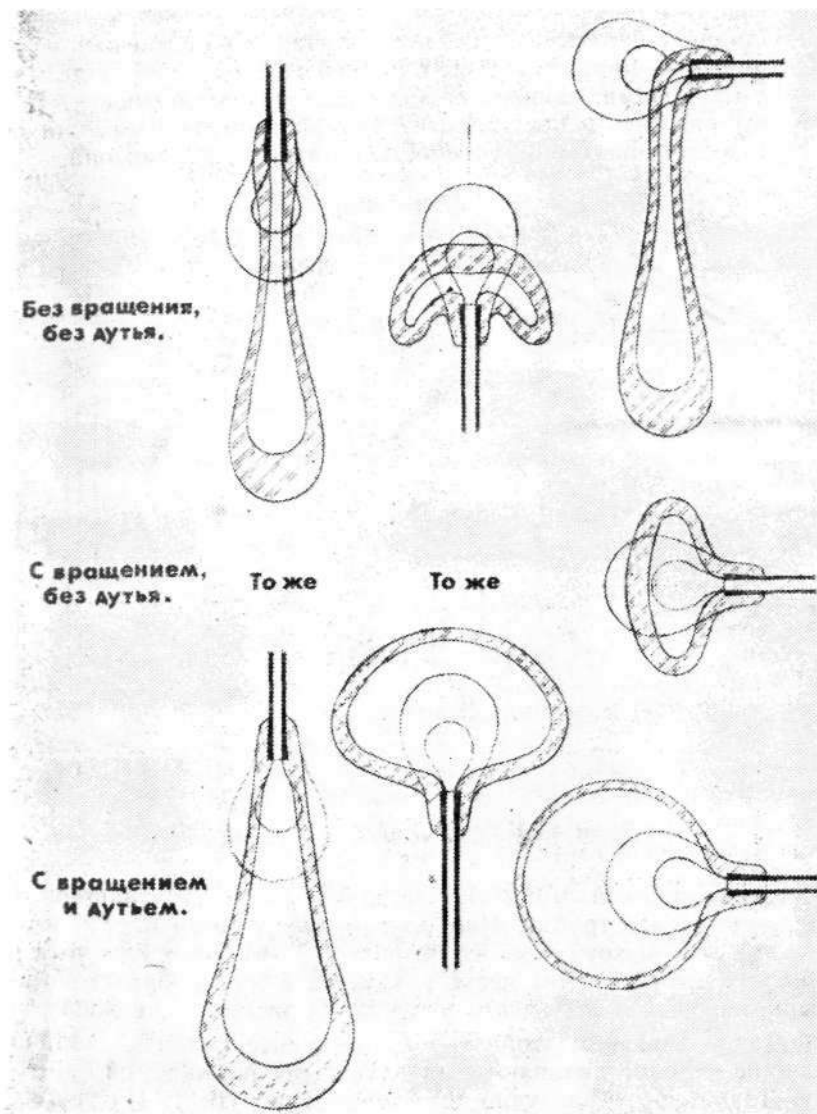


Рис. 25 Влияние приемов выдувания на характер формообразования и распределение стекла в заготовке («пульке»).

но и вращают и дуют. Таким образом, становится понятным как мастер распределяет стекло по **высоте** изделия.

Однако у него есть еще одна задача: как обеспечить концентричность наружной и внутренней поверхностей изделия,, другими словами, равенство изделий по окружности? Если, возвращаясь к прессованию, там равномерность толщины\* стенок обеспечивалась соосностью матрицы и пуансона, то

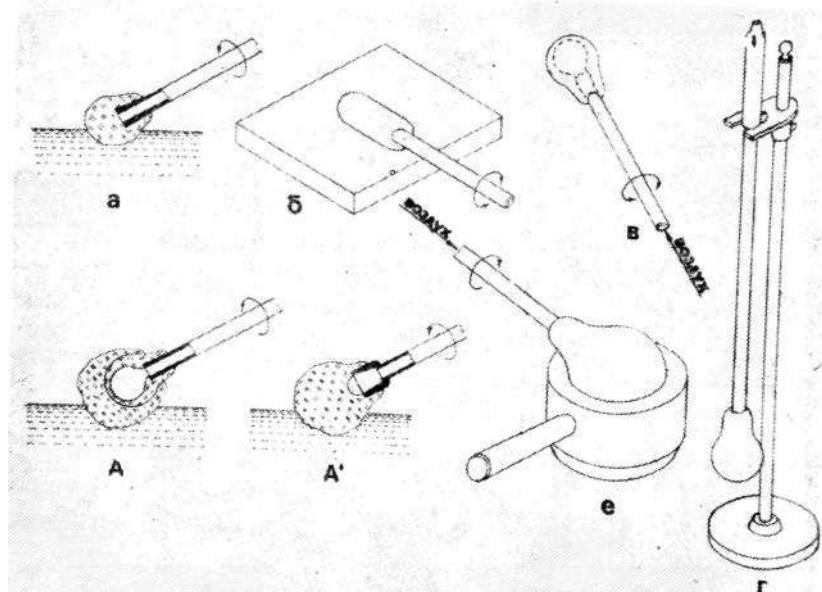


Рис. 26 Выдувание «баночки» и «пульки»:

здесь нет никакой гарантии, что вдуваемый воздух направится точно по оси трубки. Наоборот, он устремится в ту сторону, где стекло хоть немного потеплее; а это будет где-нибудь сбоку. В итоге в этом месте раздуется фистулообразный пузырь, который при сильном раздувании может даже лопнуть..

Для реализации этой второй, не менее важной, задачи каждое изделие начинают выдувать с так называемой баночки. Делается это следующим образом (рис. 26). На трубку набирают маленький комочек горячего стекла (а), который тут же раскатывается на чугунной плитке (б); после этого в положении (в) вдувается воздух. Поскольку при закат-

ке наружная поверхность образовавшейся цилиндрической заготовки при контакте с относительно холодной поверхностью металла несколько остыла, следовательно стала более вязкой, а торцовая поверхность, не прикасавшаяся к плитке, осталась горячей, воздух устремляется сквозь горячую «магму», находящуюся внутри вязкой оболочки в донную зону и раздувает ее; в боковые же стенки останутся более толстыми. Полученную таким образом баночку вешают на кронштейн (г). Баночник приступает к следующему циклу изготовления изделия; в бригадах стеклодувов работа организована по принципу разделения труда.

Несколько пристывшую — до  $500^{\circ}$  баночку вместе с трубкой берет мастер-выдувальщик и набирает на нее требуемую по весу будущего изделия порцию стекла (д). Теперь его заботой является распределение набранного стекла концентрично поверхности баночки, т. к. именно этим будет обеспечена равенство изделия. Для этого свежий набор стекла закатывают в деревянном, сильно смоченном водой ковшике — катальнике (е). Если набранного и закатанного таким образом стекла не хватает по весу будущего изделия, эта операция повторяется до достижения нужного веса. Во время закатки в трубку все время поддувают воздух. Полученная заготовка носит название пульки. Для изготовления небольших изделий практикуют металлическую баночку, представляющую собой, приваренный к трубке открытый цилиндр (д). Полученная пулька далее в зависимости от того, какое из нее должно быть изготовлено изделие, формуется различными способами, которые будут описаны ниже.

При описании полых сосудов, изготовлявшихся в древнем Риме в I веке до и. з., упоминалось, что сначала они формовались свободным выдуванием, и лишь спустя примерно 200 лет началось выдувание в форму. Поясним теперь более подробно, в чем заключается различие между этими двумя способами.

Как было проиллюстрировано на рис. 25, стекло в горячем состоянии, благодаря своей вязкости, проявляет как бы стремление к самоформованию под действием силы тяжести. На первый взгляд может показаться, что это его стремление мешает стеклодуву активно формовать заданное изделие. Такое представление неверно, — наоборот, мастер, зная пластические особенности материала, учитывает их и подчиняет своей воле в процессе формования. Варьируя положение трубки в пространстве, производя не всегда понятные непосвященному движения и повороты ее, воздействуя на заготовку (пульку)



тем или иным из имеющегося у него набора инструментов, он может полностью отформовать задуманное изделие. При необходимости можно повторить это изделие с достаточной степенью сходства. И все же свободное выдувание, которое так и называется «свободное выдувание», оставляет черты индивидуального изготовления на каждом из целой серии однотипных в своей основе изделий. Многих художников, как например, В. И. Мухину, Б. А. Смирнова и др. всегда прельщала возможность импровизации, какую дает свободное выдувание, когда автор композиции совместно со стеклодувом буквально ваяет форму выдуваемого сосуда или другого объемного произведения.

В отличие от такого способа выдувания широко распространен, особенно в серийном производстве, способ выдувания в форму. В данном случае художник заранее тщательно прорисовывает силуэт вещи и по своему шаблону заказывает форму, в которую она будет выдуваться. Эта технология заключается в том, что погруженная в форму пулька под действием вдуваемого в нее воздуха раздувается до заполнения рабочей полости формы, до полного соприкосновения стекла со всей ее поверхностью.

Кроме того, что выдувание в форму гарантирует точное воспроизведение заданного силуэта, оно еще позволяет получать более четкую, иногда даже архитектурную, конфигурацию изделия, чего, конечно при свободном выдувании достичь невозможно.

Однако технологический процесс и при выдувании в форму в той или иной мере включает в себя элементы свободного формирования. Это объясняется тем, что прежде, чем погрузить пульку в раскрытую для этого форму, ее нужно предварительно так отформовать, чтобы при смыкании обеих половинок формы пулька не зажималась.

Как мы убедились, рассматривая рис. 25, именно на предварительных стадиях формирования, до погружения в форму происходят главные стадии процесса: распределение стекла в изделии.

Помимо описанных двух способов формирования выдуванием различают в зависимости от технологии завершения верхнего края также два вида выдувания сосудов.

Поскольку каждый выдувной сосуд своей верхней частью, называемой обычно колпаком, прикреплен к наべлю стеклодувной трубки, он по завершении выдувания должен быть вместе с изделием от трубки отделен. И вот здесь возможны 2 варианта:

- а) изделие вместе с колпаком поступает в печь для отжига\* и колпак отрезается от него после полного остывания;

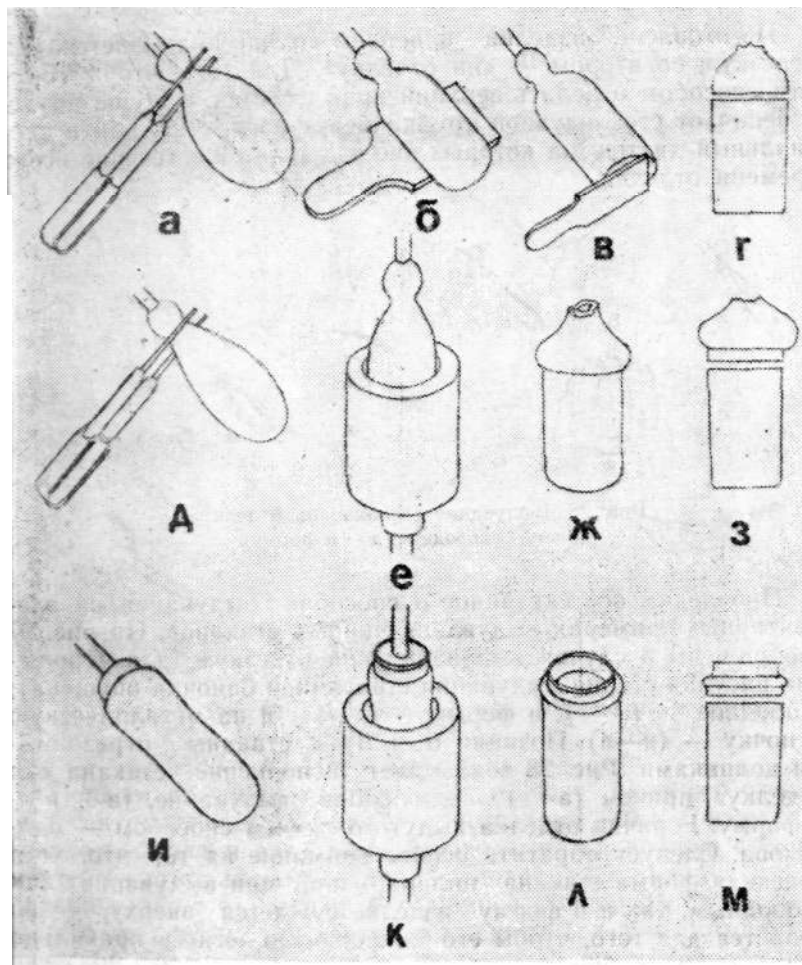


Рис. 27 Выдувание стакана «на отрезку»  
(а—г — свободное, д—з — в форму, и—м — на металлическую баночку).

\* Отжиг — термическая обработка изделий для снятия напряжений, возникающих при неравномерном остывании изделия в процессе его формирования.

- б) колпак не подлежит отрезанию от будущего изделия а сразу после отделения от трубки после некоторого разогрева и горячей отделки мастер завершает верх изделия.

Изготовление изделий в первом случае называется «на отрезку», во втором — «на отделку». Для того, чтобы горячим способом отделать верхний край изделия, его еще до отделения от стеклотрубки берут на понтию или в специальный хваток, на которых оно и держится в течение всего времени отделки.

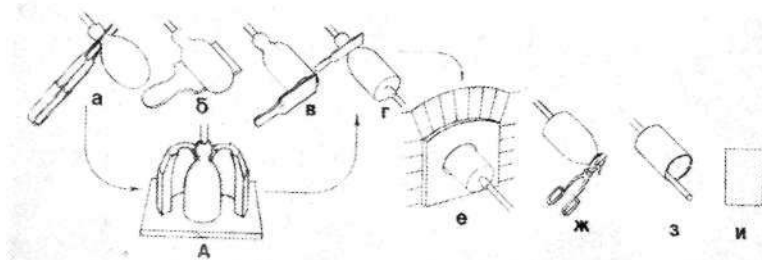


Рис. 28 Выдувание стакана «на отделку»  
(а—г — свободное, д — в форму).

Проследим все сказанное о способах выдувания на элементарных примерах выдувания чайных стаканов. На рис. 27 изображены 3 случая выдувания «на отрезку» (для упрощения рисунка стадия выдувания стеклянной баночки опущена); I свободное — (а—г), в форму — (д—ж) и на металлическую баночку — (и—л). Позиции (г, з, м) — стаканы с отрезанными колпаками. Рис. 28 показывает исполнение стакана «на отделку», причем (а—г) — свободное выдувание, (а—д) — I в форму. Горячая отделка выдутаго любым способом — одинакова. Следует обратить особое внимание на то, что, хотя конечная форма стакана цилиндрична, при выдувании как: свободным, так и в форму изделие сужается вверх, — эта делается для того, чтобы его можно было легко и правильно отделить от трубки.

Аналогичное сужение можно видеть и на рис. 29, где изображен процесс свободного выдувания толстодонного блюда. Для получения большого залива стекла в дне, закатывание пучки производят в полуконическом катальнике. После взятия пучки на понтию (г) ее разогревают и, подняв вверх, быстро раскручивают, от чего она подобно цветку раскрывается;

с помощью деревянного валька край изделия немного оправляют и вращают в горизонтальном положении до полного затвердения — затем отправляют на отжиг.

Сравнение способов выдувания «на отрезку» и «на отделку» еще очень наглядно можно проследить по истории техники, выдувания оконного стекла, которую мы опишем в хронологическом порядке.

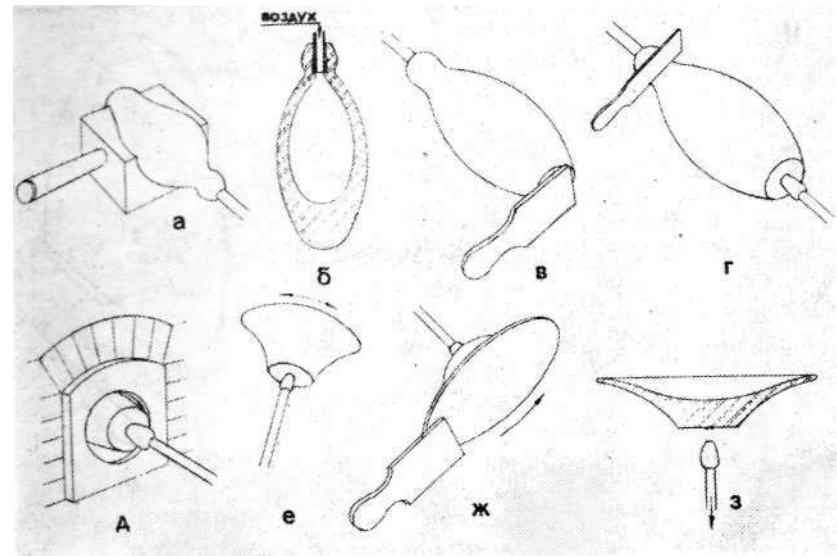


Рис. 29 Свободное выдувание блюда.

Первым способом изготовления тонкого оконного стекла был так называемый лунный способ (рис. 30). Последовательно набирая и закатывая необходимое количество стекла, мастер в катальнике обкатывал, одновременно раздувая его, большой шар с равномерной толщиной стенки. Далее он, держа его на понтии, разогревал и раскрывал горло до цилиндрической формы (е), а после повторного разогрева быстро раскручивал, от чего раскаленный сосуд под действием центробежных сил разворачивался до плоского круга, чему еще способствовало поглаживание деревянным вальком (ж).

Такие круглые оконные стекла и поныне встречаются в раскопках и кое-где в старинных зданиях. Примечательно, что место прилепа понтии у них не зашлифовывалось, служа

этим самым лучшим признаком технологии производства, называемой нами «на отделку».

Рис. 31 иллюстрирует более поздний холявный способ выдувания, который позволял уже получать листы большего размера и который просуществовал до 30-х годов нашего века.

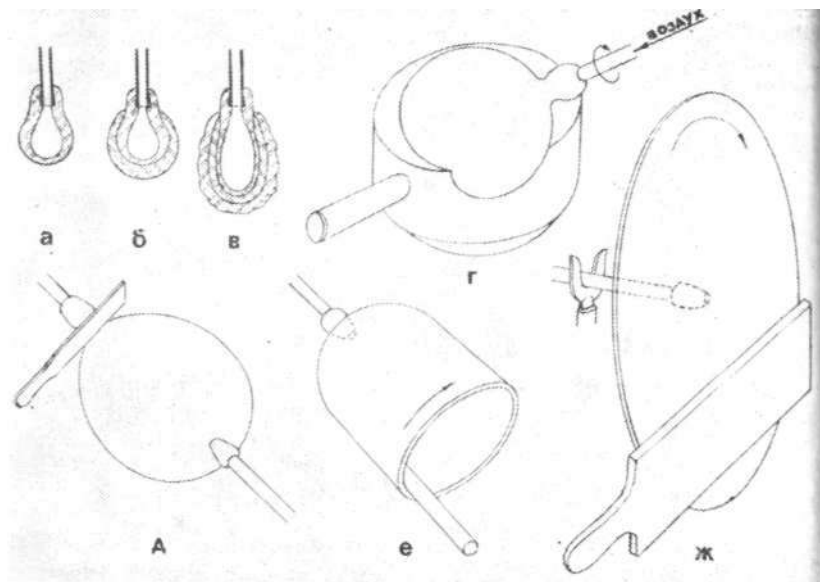


Рис. 30 Выдувание оконного стекла «лунным» способом.

Этот способ, требовавший большого искусства и физической силы стеклодува, заключался в следующем. Закатанная в большом катальнике (в этом случае называемом долоком) тяжелая пулька раздувалась до диаметра примерно 35—40 см и опускалась вертикально вниз (в). Затем мастер, все время покачивая и одновременно вращая трубку со стеклом, и, конечно, раздувая его, добивался вытягивания длинного цилиндра, который опускался уже ниже помоста, на краю которого стоял стеклодув. Следует учесть, что такой цилиндр иногда, весил около 30 кг и держать его приходилось согнутыми в локтях руками. Высокой квалификации требовало соблюдение одинаковой по длине цилиндра толщины стекла.

Охлажденный после отжига цилиндр холодной резкой освобождался от дна и колпака и разрезался алмазом по образующей. Затем цилиндры укладывались в печь вверх раз-

Р 630 М ?ен\Гс^а^оГ^м ра^бочий^р подхватывал ? начинающий осе-ГаГь'по " нии разрезе кромки цилиндра и укладывал их ппинГм деревянным шестом на плоскость хорошо шлифованных шамотных плит; полученные таким образом листы поглаживались деревянными гладилками (г, д).

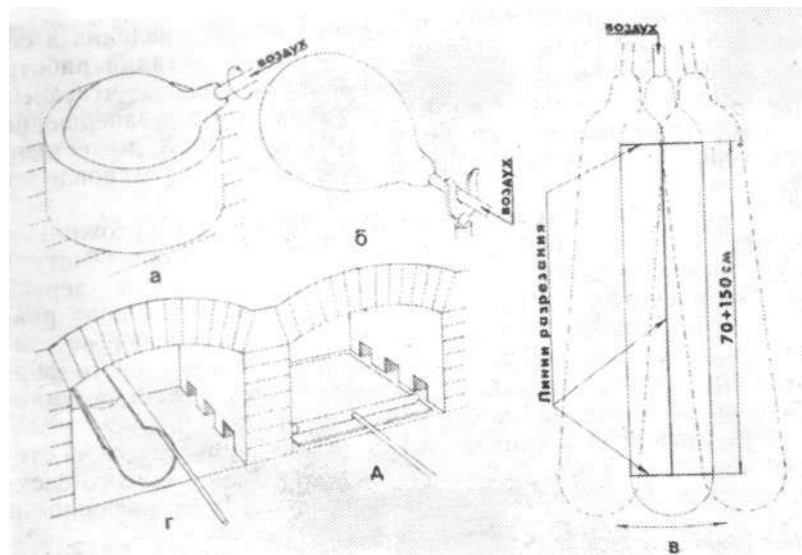


Рис. 31 Выдувание оконного стекла «холявным» способом.

## Формы для выдувания

Для выдувания изделий серийного выпуска пользуются чугунными формами, заказываемыми чаще всего на специальных формолитейных заводах. Рабочую поверхность форм для получения большей чистоты и блеска стекла покрывают «лаком», составляемым на разных заводах по-разному; по мере износа это покрытие самими мастерами обновляется и высушивается с таким расчетом, чтобы к моменту применения форма была сухой. В промежутках между выдуванием изделий форма охлаждается струями воды. В целях создания в процессе выдувания паро-дымовой рубашки перед каждым выдуванием поверхность формы еще посыпается мукой (отходами мельницы) — часто вместо этого па форму вешают

узкую полоску газетной бумаги. Вращая выдуваемое изделие вместе с трубкой в образующейся за счет горения и парообразования рубашке, мастер как-бы полирует его поверхность. Если движение стекла относительно поверхности формы из-за его геометрической конфигурации невозможно (такие изделия называют «тиходутыми»), получить удовлетворительную поверхность стекла затруднительно.

Поскольку запуску того или иного нового изделия в серийное производство предшествует несколько стадий работы художников и технологов, заказ на изготовление чугунных форм делается только после положительного завершения всех подготовительных работ и утверждения Художественным советом этого изделия к выпуску, а также установления цены на него.

Для выдувания первых образцов задуманных художником изделий, а также и небольших серий (в пределах 50—60 штук) применяются деревянные формы. Лучшими сортами дерева для форм считаются такие породы, которые обладают ровной, слабовыраженной текстурой, как, например, береза, липа, бук и др. Заводы, как правило, имеют специального формовщика, который по шаблонам художников делает деревянные формы. Конструкции форм и качеству их исполнения следует уделять особое внимание, т. к. от них в значительной степени зависит чистота и правильность силуэта выдутаго сосуда. Конструкция деревянной формы зависит от величины и профиля, подлежащего выдуванию изделия.

На рис. 32—35 изображены различные конструкции форм. Первая из них представляет собой самый распространенный вид форм, вытачиваемых или выдалбливаемых из цельных кусков дерева. Здесь же показан метод проверки правильности выделки каждой из двух половинок форм: угольник, накладываемый в любом положении на кромки полуформы, должен касаться поверхности формы в трех точках. Следующая форма предназначена для выдувания прямоугольных штофов. Суть ее конструкции заключается в том, что в первом периоде выдувания, хотя штоф и тиходутый, его верхняя часть, переходящая к горлу, выглаживается вращаемой вручную головкой формы. Когда сосуд в основном отформован, верхняя головка раскрывается и вертикальные стенки штофа выглаживаются путем его подъема и опускания в форме несколько раз.

На рис. 33 показаны разные типы составных форм из деревянных брусков для выдувания различных сосудов большого диаметра: их конструкция ясна и пояснений не требует.

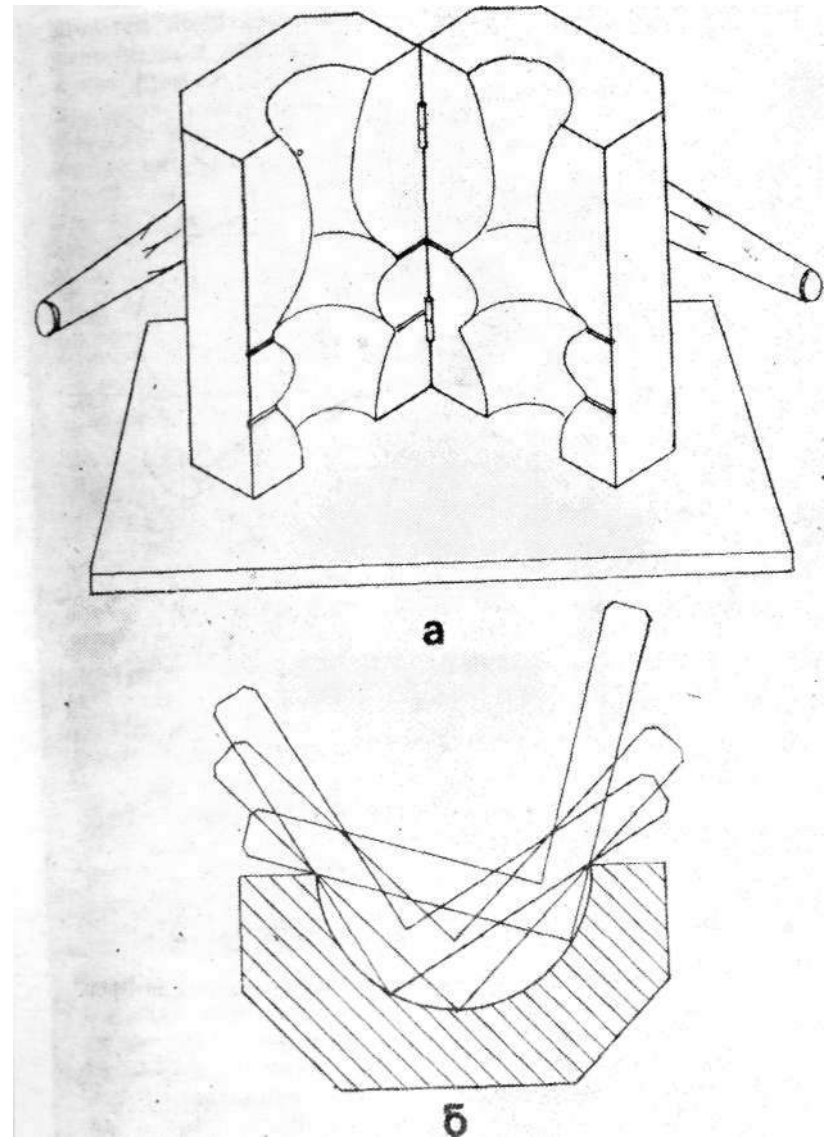


Рис. 32 Раскрывная деревянная форма и метод проверки ее правильности.

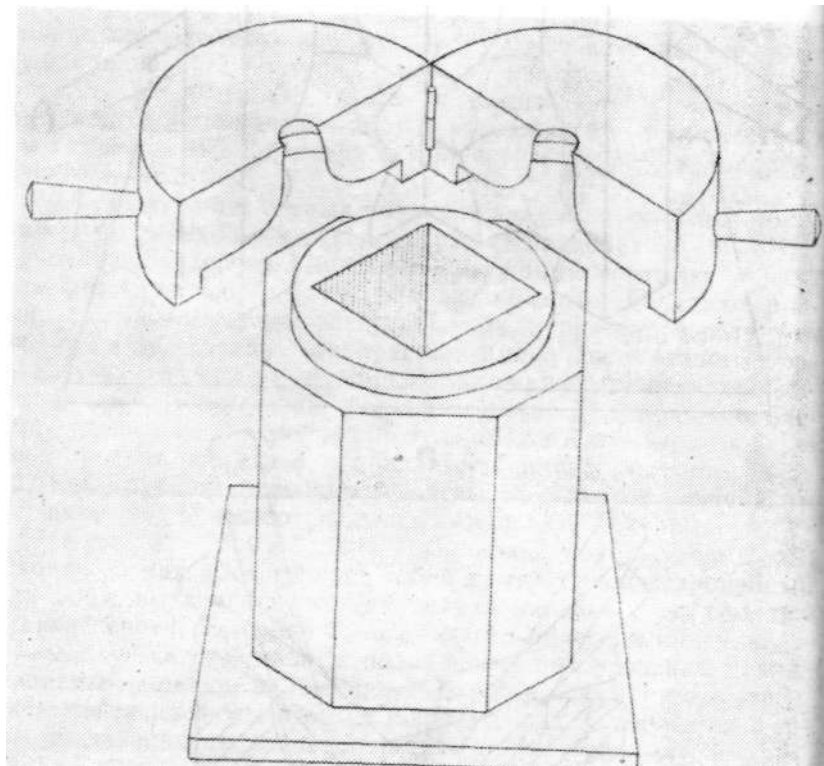


Рис. 33 Деревянная форма для выдувания прямоугольных штофов.

Для выдувания крупных сосудов фигурного профиля приходится делать формы сборной конструкции из досок, представляющие собой 2 кольца из толстой (10—15 мм) фанеры, к которым шурупами укрепляются вырезанные по требуемому профилю доски (рис. 35). Применительно к силуэту выдуваемого сосуда боковые плоскости каждой из досок должны быть притесаны таким образом, чтобы они вплотную по всей высоте были подогнаны друг к другу. Точность подгонки допускает

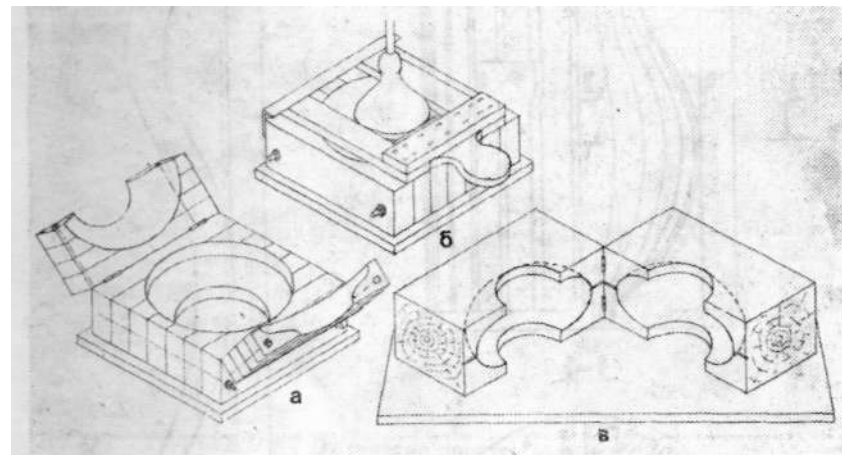


Рис. 34 Типы деревянных форм для выдувания сосудов большого диаметра.

небольшие щели шириной не более 1—2 мм. Собранный так форма, вернее оба ее кольца, разрезается пополам для возможности раскрытия. С этой же целью устанавливается две петли и прикрепляются ручки.

#### Примеры технологии выдувания разных изделий

Технология выдувания и отделки каждого изделия всегда в какой-то степени индивидуальна. Поэтому не представляется возможным в нашей книге дать подробную инструкцию по производству всех возможных изделий. Нами выбраны наиболее характерные, как говорят, представительные виды посуды и произведений декоративно-прикладного искусства в качестве примеров их поэтапного формообразования в процессе изготовления.

При описании всего технологического цикла изготовления кувшина, как и всех последующих изделий, для экономии времени опущены операции выдувания баночки, — оно начинается сразу с обработки пульки.

Как уже отмечалось выше, многие изделия могут быть выдуты либо свободно, либо в форму. Оба варианта выдувания корпуса кувшина показаны на рис. 36: а, б — выдувание в форму, в, г — свободное.

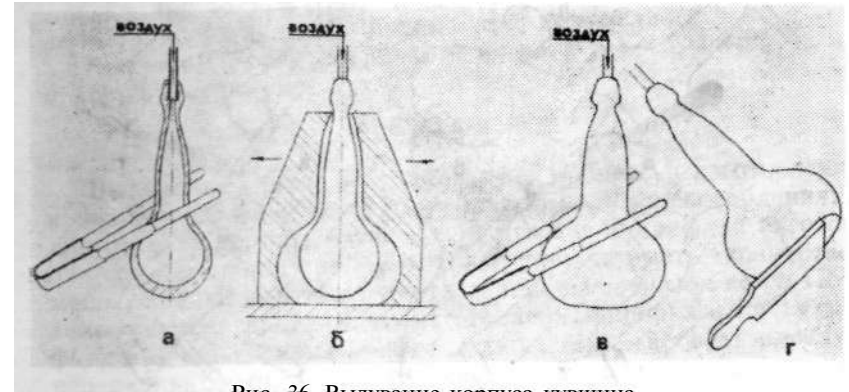


Рис. 36 Выдувание корпуса кувшина (а, б — в форму; в, г — свободное).

Для придания кувшину нужной формы используется пинцетообразный инструмент с довольно толстыми (20 мм) деревянными ножками, так называемые сошны. С их помощью мастер постепенно сужает и оттягивает горло будущего сосуда, причем эта операция, как видно из рисунка (а и в) имеет место, при обоих вариантах выдувания. Однако при выдувании в форму мастер ограничивается лишь предварительным эормованием горла, необходимым только для того, чтобы как мы уже говорили, форма при ее закрытии не зажала пульку.

Юп свободном же выдувании мастер, манипулируя сошнями и вальком (г), а также регулируя подачу воздуха, полностью завершает формирование корпуса будущего изделия. В обоих случаях однако получается лишь полуфабрикат кувшина, — на рис. 37 приведен процесс его завершения, т. е. отделка горла с носиком и прилепливание ручки. Для проведения этих операций корпус кувшина берется на понтию, прилепляемую в центре дна, и отделяется от стеклодувной трубки, (а). Гор-

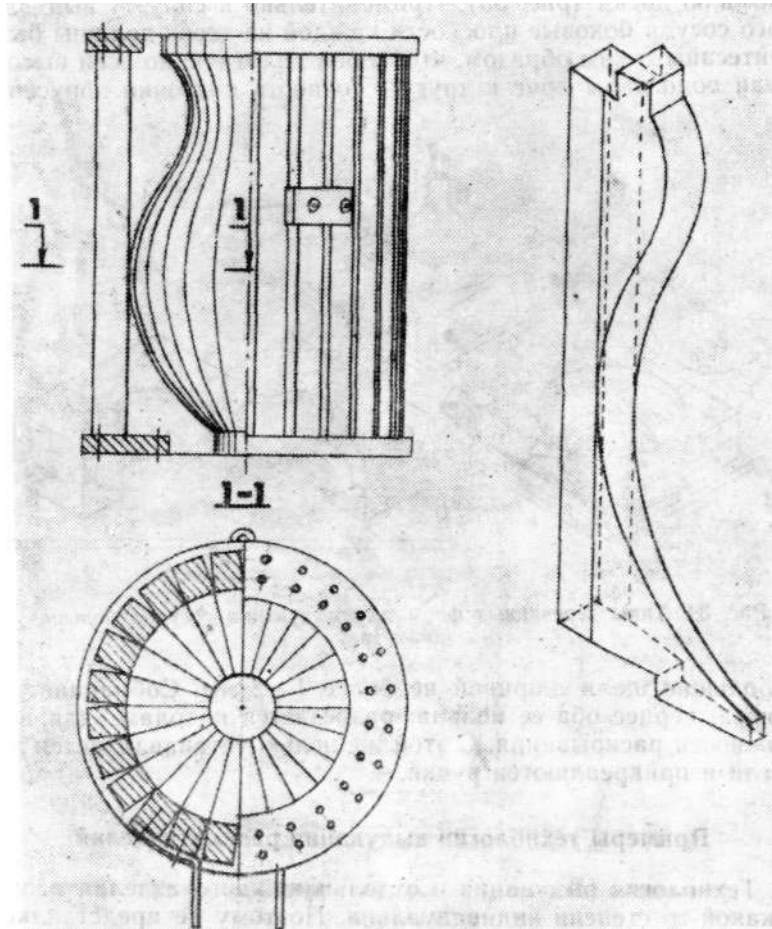


Рис. 35 Конструкция раскрывной деревянной формы для выдувания крупных сосудов.



ло кувшина в окне стекловаренной печи или специальной нагревательной маленькой печки, носящей жаргонное название «кукушки», нагревается до размягчения (б), после чего мастером — отделочником разводится с помощью небольшой железной трубочки (в) и тут же ножницами вырезается кромка кувшина (г). Эта операция требует немалой сноровки, т. к. вырезать край симметрично в горячем состоянии не просто. Затем

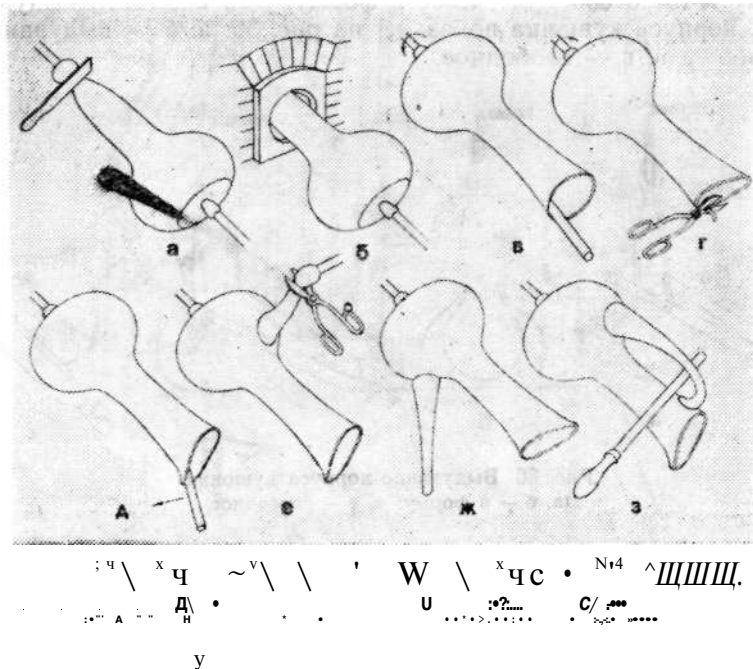


Рис. 37 Горячая отделка горла и изготовление ручки кувшина.

горло изделия повторно разогревается для хорошего оплавления кромки после вырезания ножницами, а также для пластичного отгиба носика, который сразу же производится той же трубочкой (д). Далее следует изготовление ручки. В отличие, скажем, от керамики, где ручка формируется отдельно и потом прилепляется к корпусу изделия, в стеклотелении ручка формируется непосредственно на корпусе, куда для этого подсобником подается требуемая порция горячего стекла, набранного на трубку из печи (е).

Прежде, чем отрезать стекло от трубки, подсобник несколько оттягивает его вверх на 8—10 см. Затем мастер сразу поворачивает кувшин на 180° таким образом, чтобы он повернулся прилепленным стеклом вниз, и в этом положении несколько раз поворачивает его, чтобы стекло равномерно обхватило горло. Затем мастер

размера (ж). Тогда кувшин быстро разворачивают ручкой вверх и, подхватывая ее железной трубочкой, прилепляют к корпусу кувшина. После этого мастер трубочкой придает ручке требуемую форму до тех пор, пока она не затверде-

Говоря о ручках, следует обратить внимание на тот факт, что в стеклянном изделии оба места прилепа ручки к туловищу никогда не бывают одинаковыми, — всегда отчетливо видно откуда она «росла» и куда потом была прилеплена. Это очень важно усвоить художнику при проектировании вещи так же, как то, что ручка является одним из важных компонентов общего художественного образа изделия.

Вспомним римские ручки и их роль в восприятии нами красоты сосудов, украшенных ими.

### Графин

Выдувание графинов аналогично процессу изготовления кувшинов и отличается лишь приемами и приспособлениями для отделки горла. Дело в том, что горло графина изготавливается обычно под пробку, которая должна иметь коническое место посадки и быть притерта (пришлифована) к нему. Правильно спроектированная и изготовленная пробка и горло графина в место посадки пробки должны гарантировать плотную вертикальную посадку пробки и герметичность закрывания графина. А для этого и графин и пробка должны быть уже во время их формирования соответственным образом, предварительно с допуском на притирку, откалиброваны по диаметру и углу наклона конуса. Последний рекомендуется принимать — 7—8° к оси.

Приспособление для формирования и калибровки горла графина показано на рис. 38. Графин с разогретым докрасна горлом надевается на керн 1 и прижимается постепенно к круглому диску 2. Одновременно с этим профильные щетки 3 сближаются и обжимают горло графина. Все это происходит при вращении всего приспособления от электродвигателя, не показанного на рисунке. Приспособление может перестраиваться на любой диаметр горла и пробки. На этом рисунке графин держится не на понтии, а на хватке 4, который обжимает тремя лапками подставку графина. Такие хватки часто применяют вместо понтий, — их преимущество в том, что после изготовления изделия дно не имеет следа от понтии.

Отделка горла часто производится вручную: при этом мастер левой рукой катает на поручнях своего кресла хваток или

пontiю с графином, а в правой держит ручную машинку, показанную на рис. 53 ж, рабочий орган которой устроен так же, как на рис. 38.

При изготовлении пробок применяется несколько способов в зависимости от того, какую из них требуется получить. На рис. 39 показан способ выдувания полый одноцветной пробки,

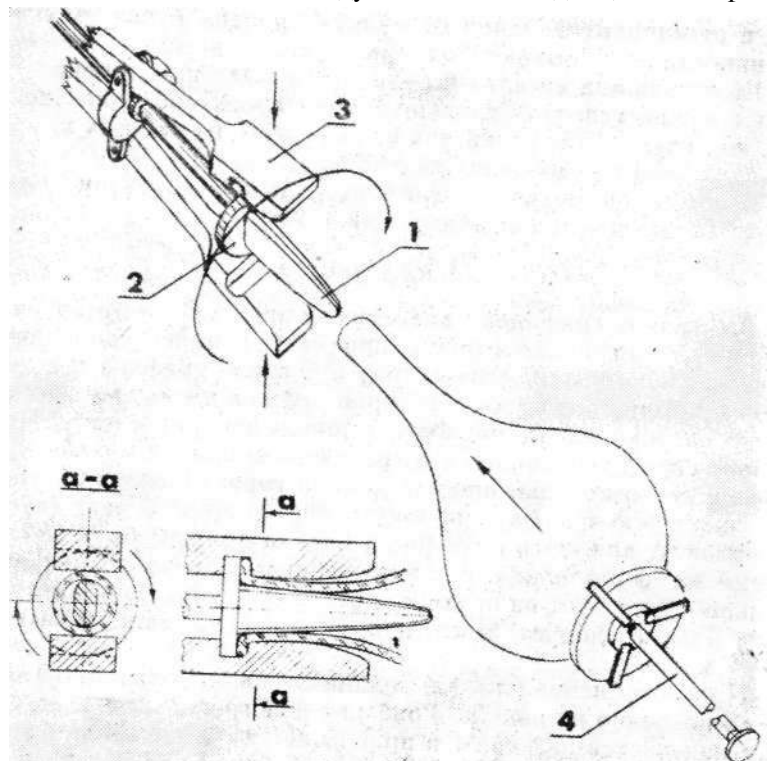


Рис. 38. Механическая отделка горла графина.

где на позициях а, б изображено предварительное свободное формование, а на в — окончательное профилирование пробки в разъёмной формочке.

В случае необходимости изготовить цветную пробку, это делается как показано на рис. 40. Изготовление такой пробки намного усложняется следующими причинами: во-первых, ее нельзя делать целиком из цветного стекла, т. к. она будет слишком интенсивно окрашенной; в этих случаях пробку де-

чают только на цветную баночку, а основная толщина прооки — бесцветная; во-вторых, коническая (посадочная) часть пообки вообще должна быть бесцветной. По этим причинам пробка выдувается из бесцветного стекла на цветной баноч-

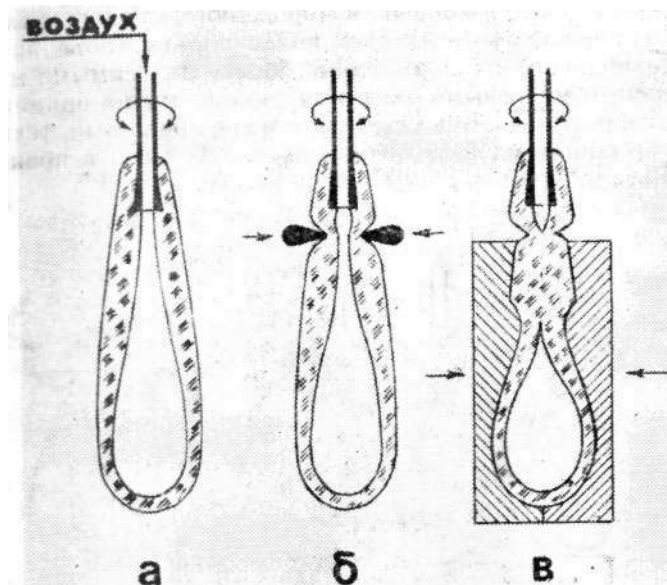


Рис. 39. Одностадийное формование полый пробки к графину.

ке (а) и берется на точечную pontию (б); затем подается стекло на коническую часть (в), которая сначала свободно пинцетом (г), а затем окончательно формочкой (д) отформовывается.

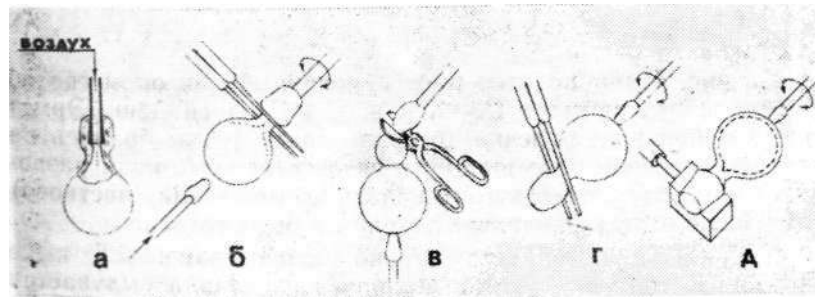


Рис. 40 Двухстадийное формование полый пробки с внутренним надцветсm.

## Изделия на ножке

Ассортимент изделий на ножках крайне широк и разнообразен. К нему относятся: вазы для фруктов и печенья, небольшие вазочки для варенья и мороженого, бокалы, фужеры, рюмки. Производство всех этих видов посуды объединяется одной технологией их формования. Поскольку самыми многотиражными и массовыми являются рюмки, мы на примере их изготовления ознакомим читателя с разнообразными технологическими приемами их выделки, используемыми в производстве всей номенклатуры изделий на ножке.

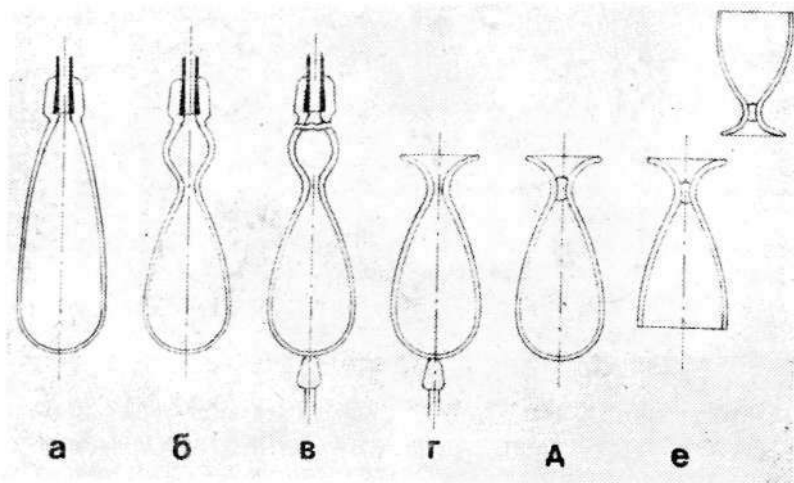


Рис. 41 Способ изготовления оюмок в IX—X вв. н. э. Средняя Азия (Эрмитаж).

На рис. 41 приводится расшифрованный автором способ изготовления рюмки в IX—X в. н. э. в Средней Азии (Эрмитаж). Небольшая пулечка пережималась (б) и бралась на понтию, после чего находящийся возле пережима край разводился (г). Затем в шейку опускалась капля стекла (цветного) (д). После отрезки колпачка (е) рюмка была готова.

Рис. 42. иллюстрирует широко распространенный ныне способ изготовления рюмок в 3 приема: сначала выдувается тулово, затем из поданной и прилепленной к его дну капли горячего стекла вытягивается стебель ножки, и затем уже из новой капли стекла раскатывается основание ножки. Техника

проведения перечисленных операций наглядно видна из рисунка и в подробных комментариях не нуждается. Этим способом изготавливают изделия с прямой, так называемой тянутой ножкой, длина которой может по желанию варьироваться.

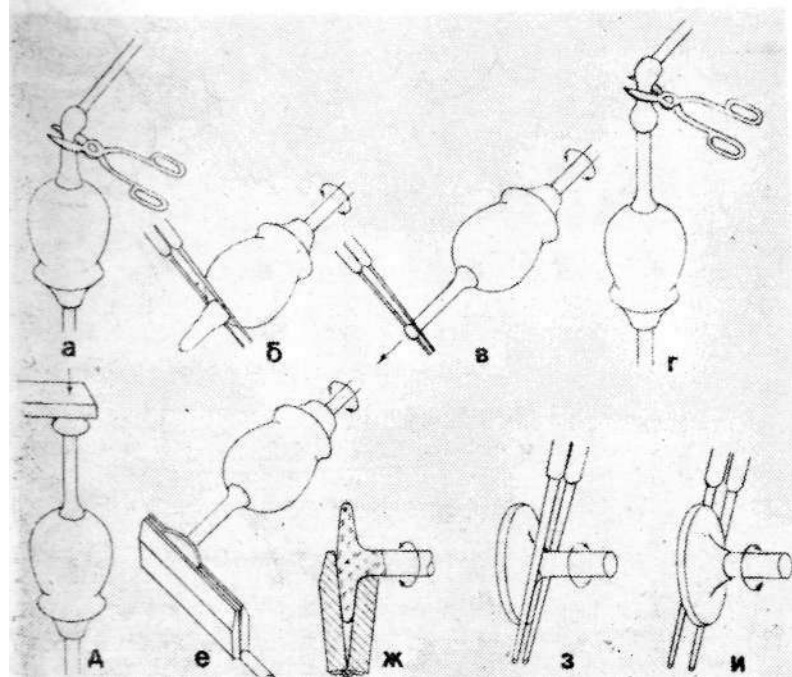


Рис. 42 Трехстадийное изготовление рюмки с тянутой ножкой.

Изготовление рюмки с профилированной ножкой (рис. 43) сфоисходит также в 3 стадии с той только разницей, что здесь «сжка профилируется сначала предварительно пинцетом (а—г), а затем прокатывается между двумя щечками, вдоль которых простроганы нужные профили сечения, отвечающие требуемому силуэту ножки (д). Такие сменные щечки разных профилей крепятся к ручной машинке (е), с помощью которой и изготавливается стебель ножки. Ее основание формуется как на рис. 42.

В целях исключения из процесса одной из стадий — формирования отдельно стебля ножки — уже длительное время

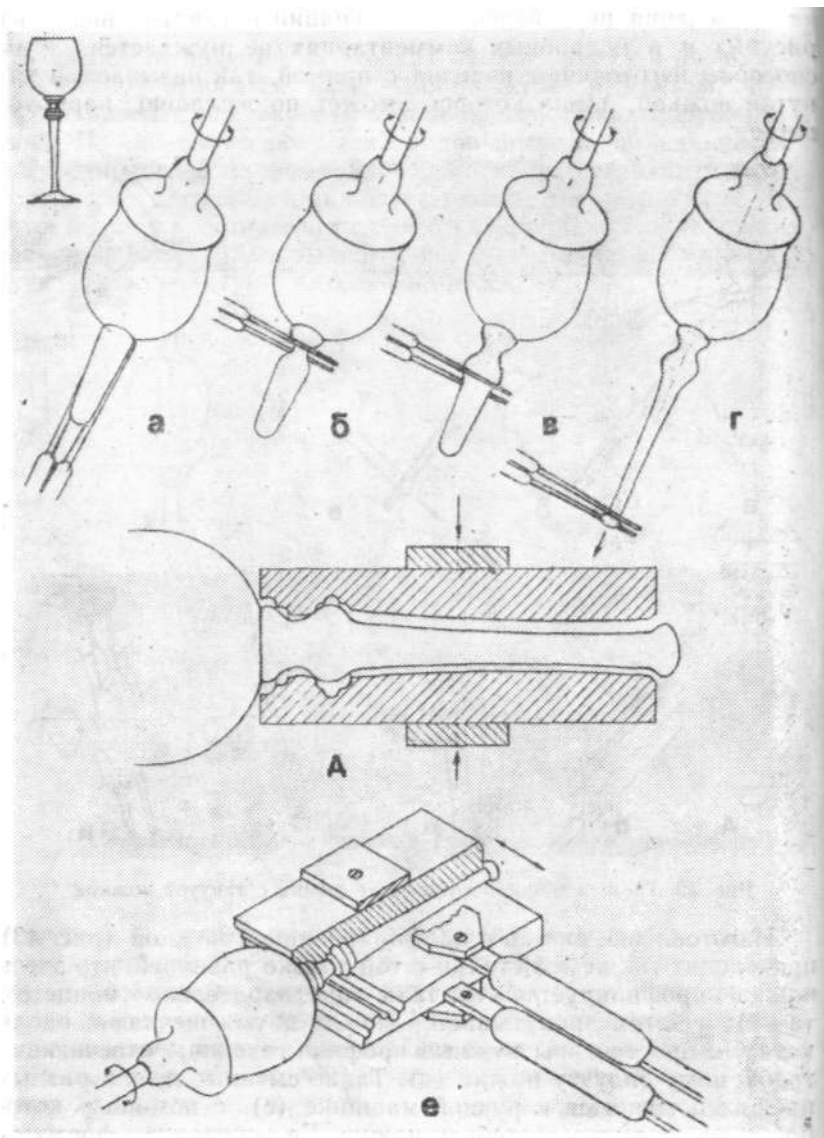


Рис. 43 Трехстадийное изготовление рюмки с профильной ножкой.

идут поиски получения его одновременно с выдуванием, тулова. Первое реальное предложение было сделано мастером Гусевского хрустального завода Воронцовым. Идея его заключалась в том, что благодаря особой форме катальничка (рис. 44 а), выдуваемая пулька имела хвостообразный залив стекла и окончательно выдуваемое в форме (б) тулово уже сразу завершалось внизу стеблем ножки. Теперь по желанию его можно было бы вытянуть (в), либо сохранить за ним его

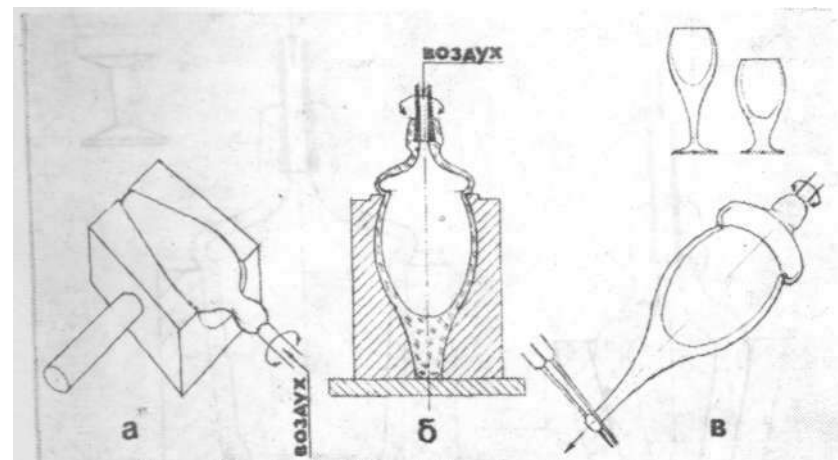


Рис. 44 Двухстадийное изготовление рюмки по способу Воронцова.

длину. Это способ выделки изделий на ножке в течение многих лет был широко распространен на многих заводах страны. Кроме чисто экономических преимуществ (повышение производительности труда бригады стеклодувов), он позволяет получить плавный переход ножки в тулово находящегося на ней сосуда, что зачастую бывает очень необходимо с точки зрения архитектуры вещи.

На этом достижении поиски Гусевского завода не были приостановлены. Как мы увидим, они в дальнейшем получили новое направление: за счет «малой механизации» таким образом сохранить ручное производство, чтобы поднять достаточно ощутимо производительность труда, не теряя достоинств ручного выдувания.

Были предложен интересный способ оттяжки стебля ножки с помощью вакуума (рис. 45): сначала пулька вдувается в предварительную форму (а) к которой через отверстие не-

большого диаметра подведен вакуум; вакуум оттягивает! стекло в нижнюю суженную часть полости формы, образуя стебель ножки. Затем заготовка переносится для завершения выдувания в окончательную форму (б), после чего к ножке обычным путем приделывается основание («пятачок»).

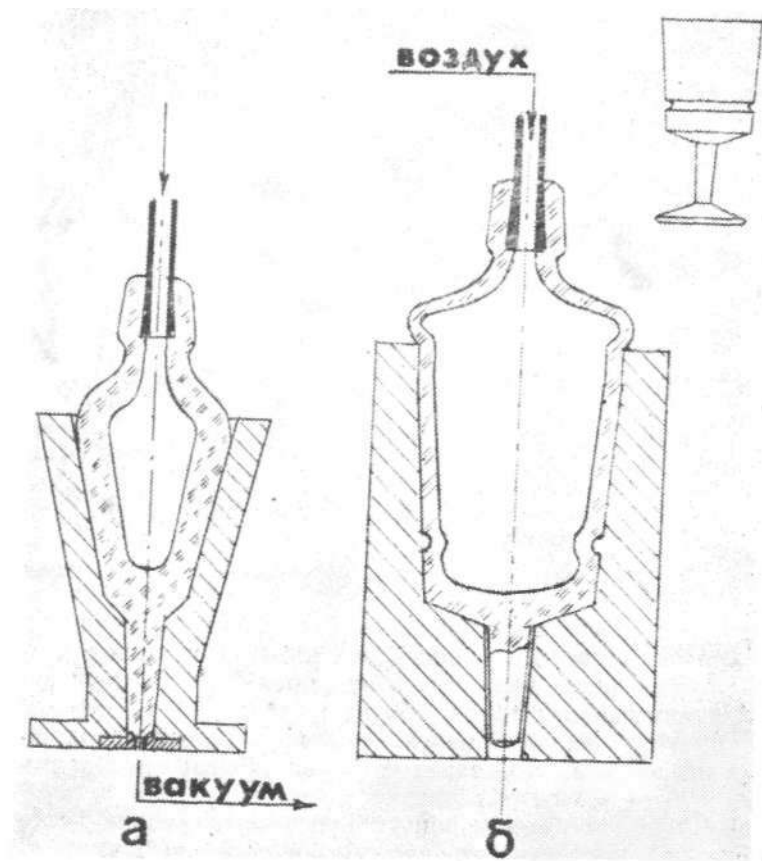


Рис. 45 Двухстадийное изготовление рюмки с вакуумным формированием ножки.

Конструкторами и технологами Гусевского завода разработаны и осуществлены принципиально новый способ и устройство для изготовления изделий на фигурной ножке (рис. 46, 47), действующее по следующему принципу: в пресс-

форму подается капля горячего стекла; одновременно выдувается тулово в отдельной форме. Готовое тулово устанавливается в положение, как указано на рис. 46, а пуансон под действием поршня пневмоцилиндра прессует снизу вверх ножку, которая и приваривается ко дну тулова\*.

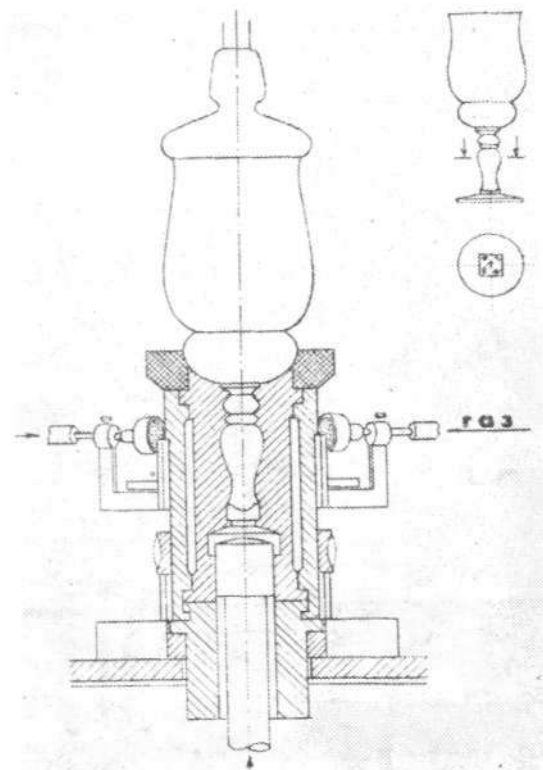


Рис. 46 Рабочий узел пневматического пресса для подпрессовки стебля ножки.

Это устройство, которое давало возможность получения только стебля ножки (ее основание делалось по-прежнему вручную) получило впоследствии свое дальнейшее усовер-

\* Авторское свидетельство № 852804 от 7.04.81 на имя И. А. Фигуровского, В. А. Зубанова, В. В. Шилова, В. А. Абрамова и К. А. Барышникова.

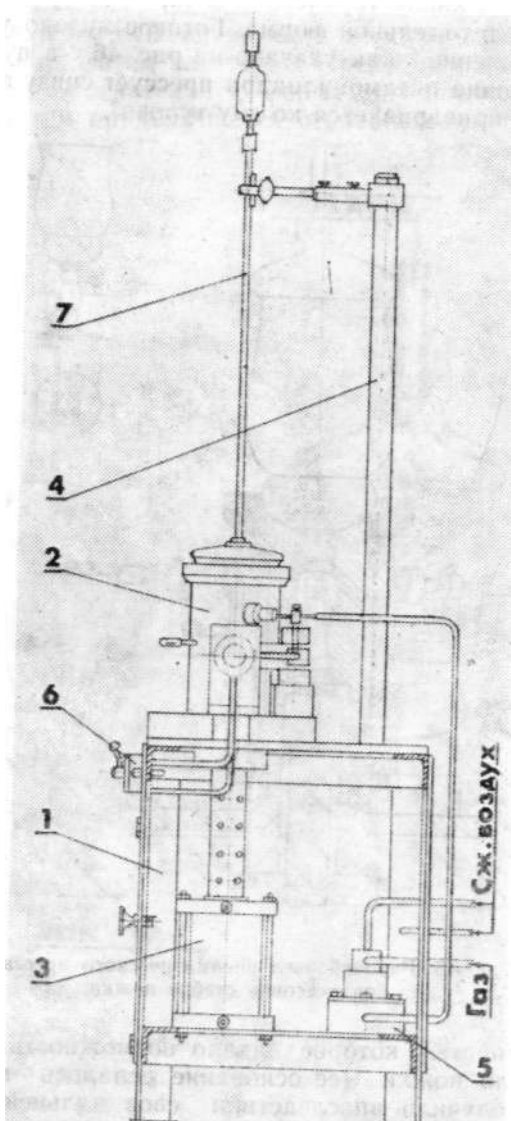


Рис. 47 Одноместный пневматический пресс для подпрессовки ножки рюмки (общий вид).

шенствование, показанное на рис. 48. Здесь прессуется уже

вся ножка, включая основание.

Эти усовершенствования нашли широкое распространение т.к. обеспечивают значительный рост производительности

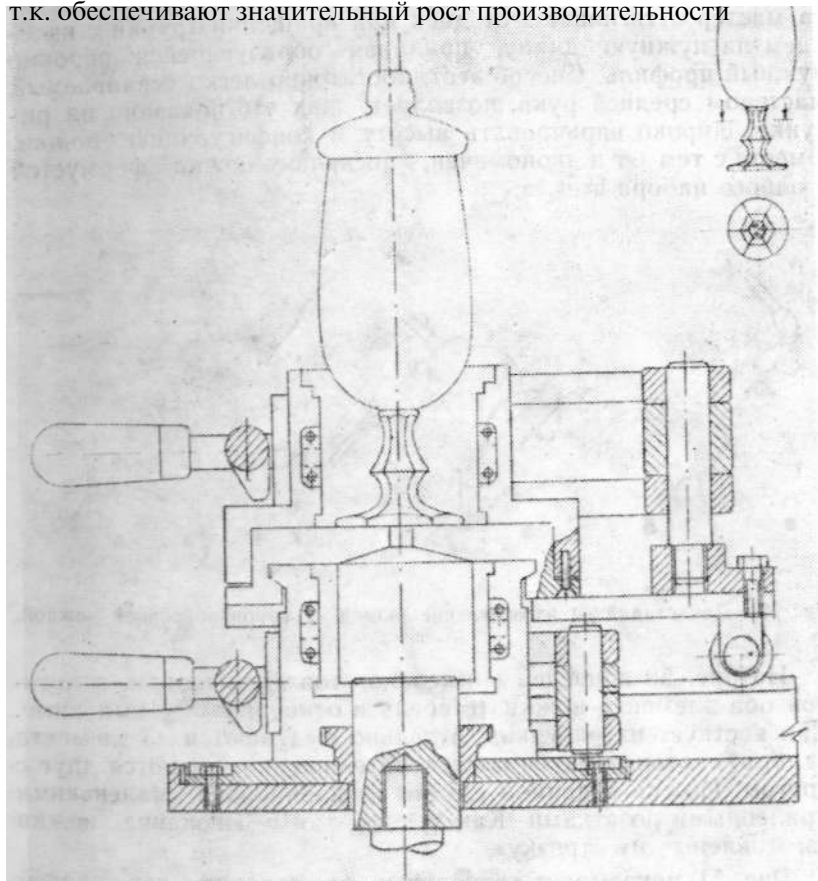


Рис. 48 Рабочий узел пневматического пресса для подпрессовки всей ножки (стебля и основания).

труда и расширяют художественные возможности в композиционном решении вещей. На рисунке 46 показан очень красивый, дымчатого стекла, бокал «Владимир» с четырехгранной ножкой художника -В. С. Муратова.



Вернемся, однако, к описанию еще некоторых способов ручного изготовления изделий на ножках.

На рис. 49 изображен способ выделки рюмок на полый ЕО ронкообразной ножке. На дно тулова подается горячее стекло которое после небольшой подрезки пинцетом (б) раскатывается лещадками в круглый диск (в). Далее с помощью пинцета мастер оттягивает этот диск при вращении трубки с изда-лием на нужную длину, придавая образующейся воронке-нужный профиль. Способ этот, достаточно легко осваиваемый мастером средней руки, позволяет, как это показано на ри-сунке, широко варьировать высоту и конфигурацию ножки. Вместе с тем он и экономичен, поскольку ножка формируется! с одного набора стекла.

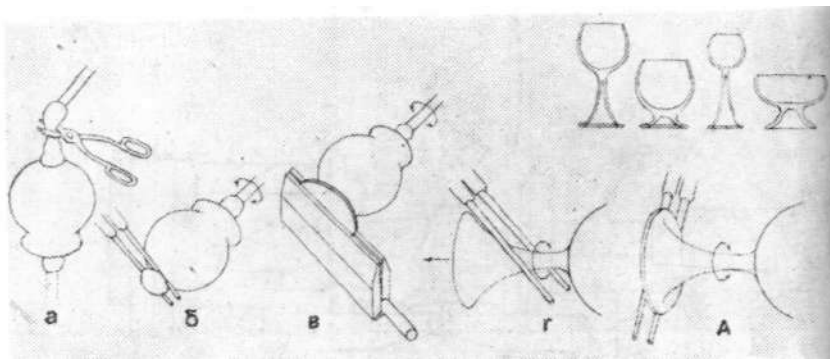


Рис. 49 Двухстадийное изготовление рюмки с воронкообразной ножкой.

На рис. 50 приведен пример изготовления рюмки, в кото-рой оба элемента ножки (стебель и основание) — выдувные. Как явствует из рисунка, отдельно выдуваются 3 элемента! (а, б, в), которые затем последовательно соединяются друг с другом. Ножка в данном случае декорирована маленькими: прилепными розетками. Как тулово, так и основание ножки-изготовлены «на отрезку».

Рис. 51 показывает технологию формирования лепестковой; ножки. Набранное на тулово горячее стекло крючком оттяги-вается вверх отдельными несколькими лепестками (б), после- чего ножка вытягивается пинцетом до нужной длины, и обычным путем делается основание ножки.

Рис. 52 иллюстрирует получение ножки, декорированной-воздушными спиралями. Стеклу для ножки придают цилинд-

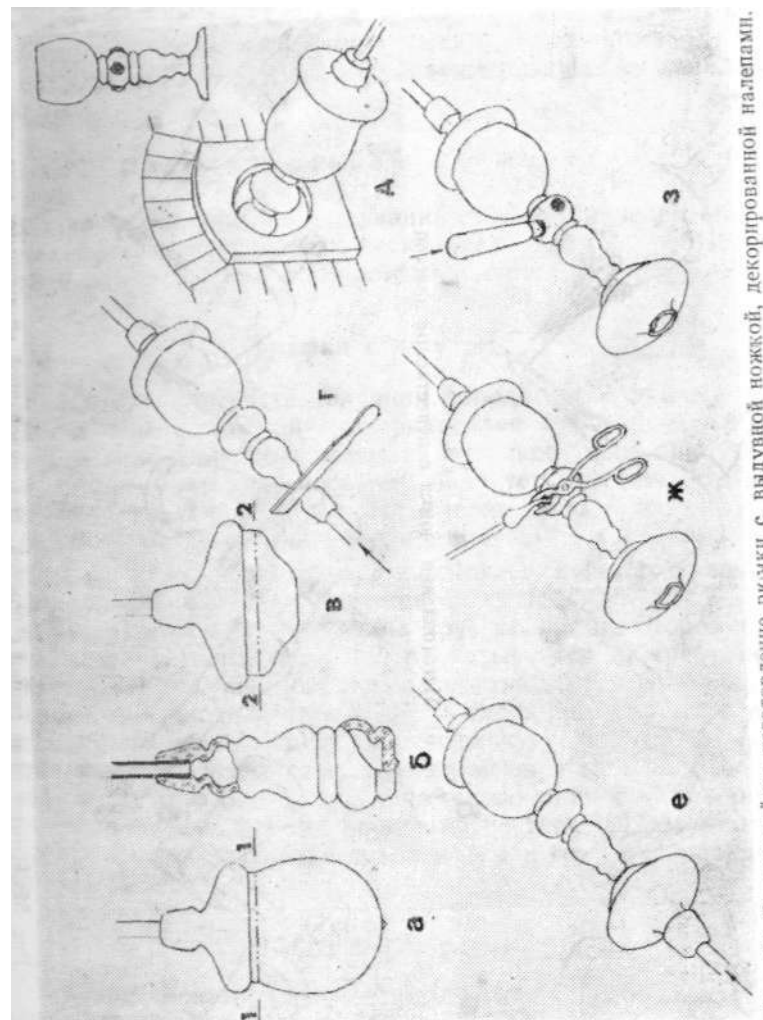


Рис. 50 Трехстадийное изготовление рюмки с выдувной ножкой, декорированной налепами.

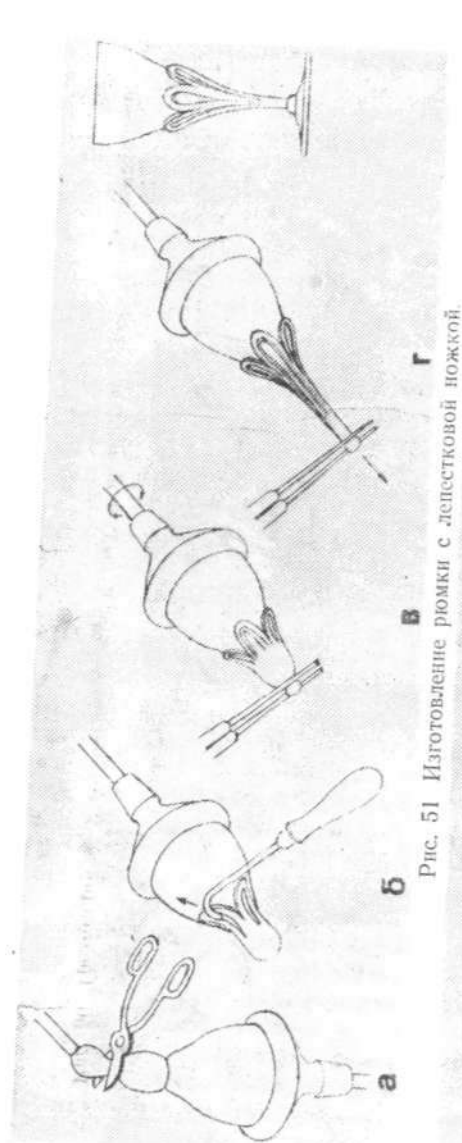


Рис. 51 Изготовление рюмки с лепестковой ножкой.

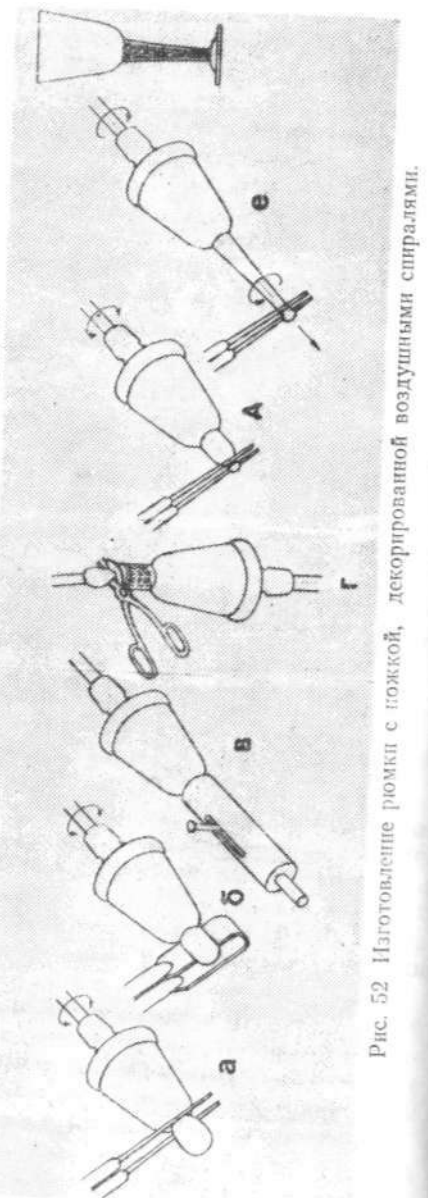


Рис. 52 Изготовление рюмки с ножкой, декорированной воздушными спиралями.

рнческую форму (б); затем с помощью приспособления в виде трубки с поршнем, в торце которого укреплено 3—4 иглы, прокалывают стекло на всю его длину, после чего его закатывают пинцетом таким образом, чтобы образовавшиеся от проколов каналы оказались закрытыми. Далее ножку тянут, как обычно, и напоследок закручивают воздушные каналы в спираль.

## Изделия особой сложности

В заключение главы о выдувании стекла приведем описание технологии изготовления нескольких изделий, требующих высокой квалификации мастера-стеклодува.

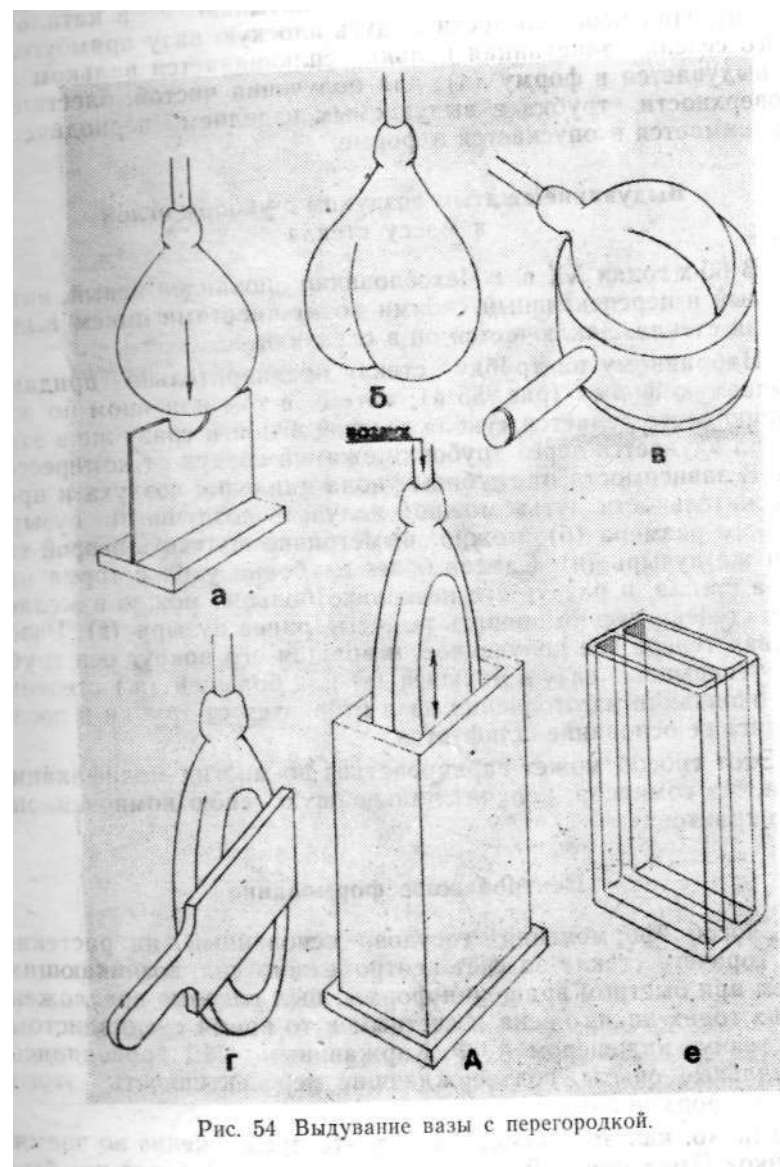
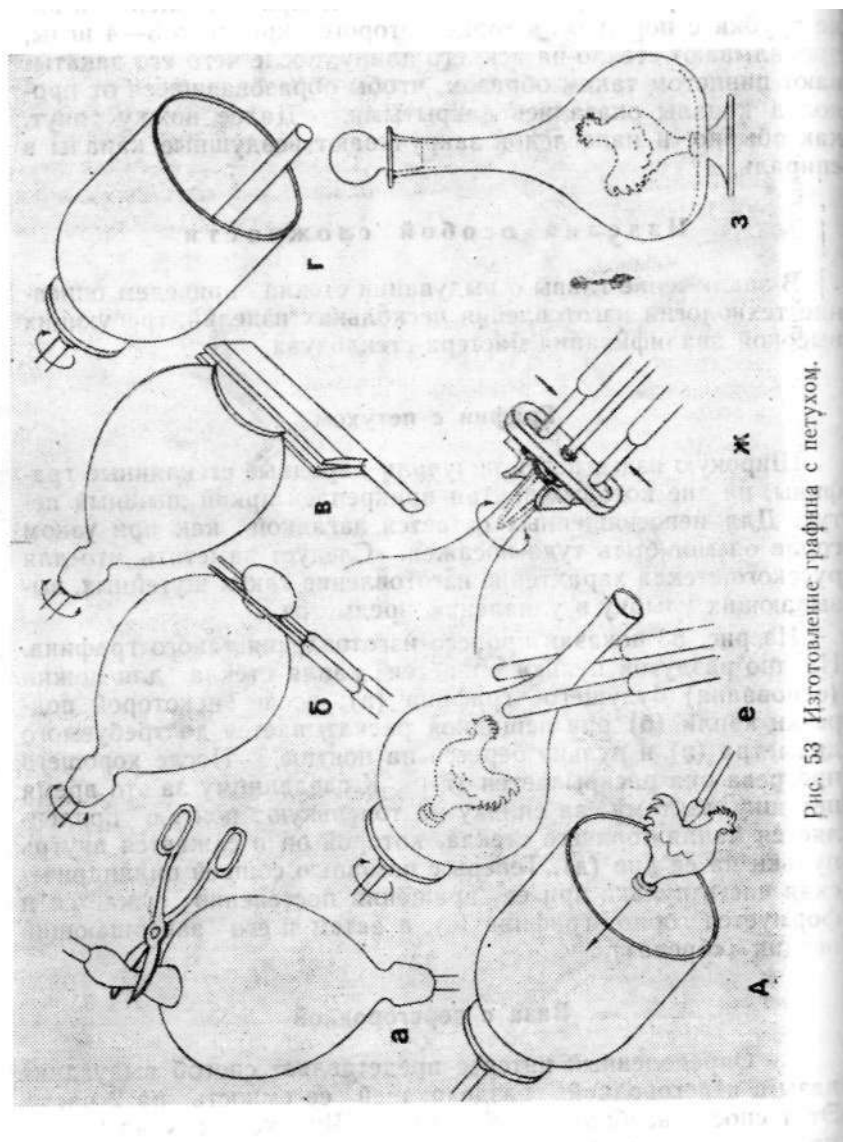
### Графин с петухом

Широкую известность получили народные стеклянные графины, на дне которых внутри прикреплен яркий пышный петух. Для непосвященных остается загадкой как при узком горле он мог быть туда посажен. Следует заметить, что для русского стекла характерно изготовление таких шутейных, вызывающих улыбку и удивление, предметов.

На рис. 53 показан процесс изготовления такого графина. На дно раздутой пульки подается капля стекла для ножки (основания) будущего графина (а); после некоторой подрезки капли (б) она лещадкой раскатывается до требуемого диаметра (в) и пулька берется на понтию. После хорошего прогрева она раскрывается (г). К сделанному за это время петушку, взятому за спинку на тоненькую понтию прилепляется капля горячего стекла, которой он и сажается внутрь пульки на ее дно (д). Теперь с помощью сошней цилиндрическая часть пульки при ее вращении постепенно сужается и формируется горло графина (е), а затем и его завершающий венчик («брело»).

### Ваза с перегородкой

Определенный интерес представляет способ выдувания вазы с перегородкой, разделяющей ее емкость на 2 части. Этот способ изображен на рис. 54. Широко раздутая надевается на тонкую железную пластинку а), которая, вмянаясь почти на всю длину пульки, разделяет ее на два пузыря, свисающих с одного колпака (б). Затем после разогре-



ва пузыри снова соединяются и закатываются в катальни-и-ке (в). При необходимости выдуть плоскую вазу прямоуголь-ного сечения закатанная пулька сплющивается вальком (г) и выдувается в форму (д); для получения чистой, блестящей! поверхности трубка с выдуваемым изделием периодически! поднимается и опускается в форму.

#### Выдувание сжатым воздухом с уколом иглой в массу стекла

В 60-х годах XX в. в Чехословакии появился новый, инте-ресный и перспективный своими возможностями прием выду-вания стекла. Заключается он в следующем.

Набранному на трубку стеклу предварительно придают желаемую форму (рис. 55 а); затем в том или ином по же-ланию месте делается «укол» толстой иглой и сразу же в этот канал вдувается через трубочку сжатый воздух от компресси-ра. В зависимости от глубины укола давления воздуха и про-должительности дутья можно получать воздушный пузырь-любого размера (б); можно симметрично получить второй та-кой же пузырь (в). Сделав более глубокий укол с торца на-бора стекла, и раздув его несколько больше, можно в желе-мой степени деформировать выдутые ранее пузыри (г). Разо-гревая теперь все полученное, и вращая его вокруг оси трубки, раскрывают вазу в меньшей (е) или большей (ж) степени. По окончании изготовления ваза отбивается от трубки и после отжига ее основание шлифуется.

Этот способ может варьироваться во многих модификаци-ях и, без, сомнения, получит дальнейшую свою композицион-ную трактовку.

#### Центробежное формование

Способ формования сосудов, основанный на растека-нии горячего стекла за счет центробежных сил, возникающих в нем при быстром вращении формы, был впервые предложен в 30-х годах нашего века известным в то время специалистом по стеклу инженером А. Ф. Каржавиным. Им проводились длительные опыты, подтверждавшие перспективность этого метода формования.

Однако, как это иногда бывает, это предложение во время Великой Отечественной войны и какое-то время после нее бы-ло забыто.

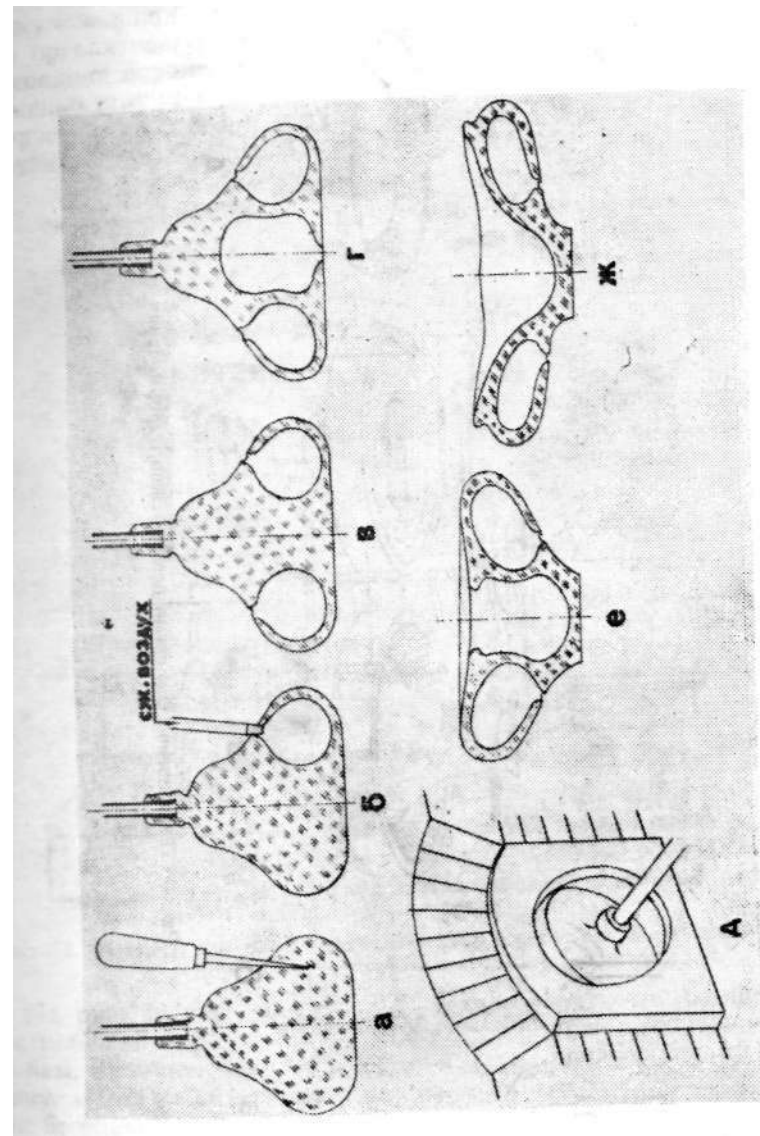


Рис. 55 Выдувание сжатым воздухом с «уколом» иглой в набор стекла  
(выполнено Б. А. Ереминим по проекту Ф. С. Энтелиса).

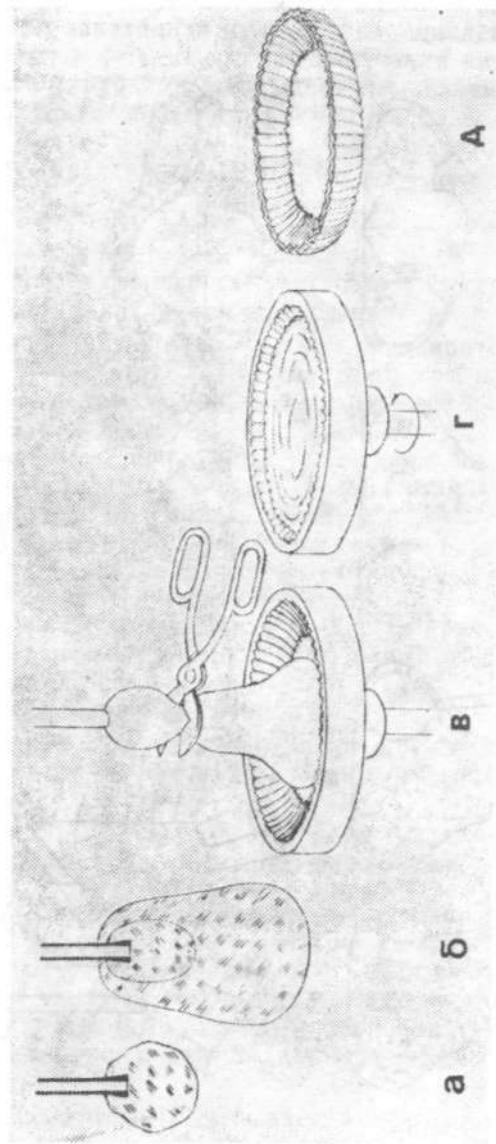


Рис. 56 Технологическая схема центробежного формования.

Ему суждено было возродиться и развиваться, когда в стране было организовано массовое производство телевизоров. Для формования воронкообразных тубусов кинескопов применяется именно этот принцип, который в последнее время начинает распространяться и в производстве посуды как в СССР, так и в других странах (Чехословакия, Финляндия и др.).

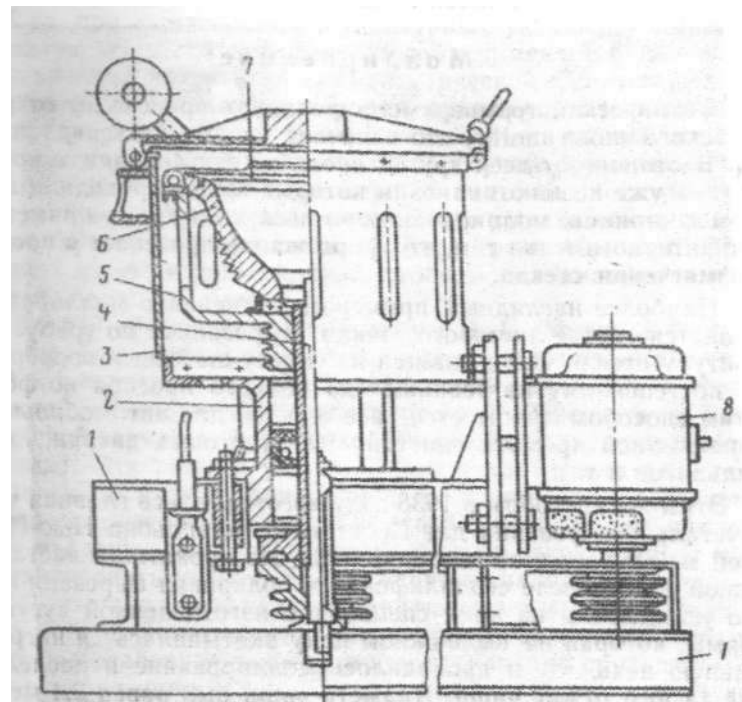


Рис. 57 Машина для центробежного формования стеклянных изделий.

На рис. 56 показана схема технологического процесса центробежного формования, а на рис. 57 машина, основанная на нем. Зубанов, Чугунов и Юдин (9) так описывают эту машину. «Центробежная машина состоит из рамы 1; основания 2; обечайки 3, которая служит ограничением для вращающейся формы; вертикального вала 4; оправы 5, насаженной на вертикальный вал; формы 6, закрепленной на оправе, и вращающейся вместе с ней крышкой 7, на которой смонтиро-

ван нож для отрезки края изделий; а также электродвигатель 8.

Температура подаваемого стекла — 1180°. Частота вращения — 930—1200 об/мин. Время формования — 10—15 сек.

Отформованное изделие охлаждается воздухом до затвердевания, после чего поднимается выталкивателем, приводимым в движение ножной педалью.

### Моллирование

Технический термин «моллирование» происходит от французского слова *mollir*, что означает «размягчаться».

В отличие от всех других способов формования, с которыми мы уже познакомились, и которые также проходили в вязком состоянии, моллирование во всех его видах применения характерно именно тем, что формование протекает в процессе размягчения стекла.

Наиболее наглядным примером применения моллирования является гнутье листового стекла. Вырезанное по требуемому контуру стекло укладывается на форму-шаблон и подвергается постепенному нагреванию до полного прогиба по форме. Этим способом формируется все стекло для автомобильной и авиационной промышленности, для торговых витрин, холодильников и т. п.

Этим же способом в 1938 году изготовлялась главная чаша хрустального фонтана для Советского павильона Нью-Йоркской международной выставки (20). Из прокатного листа толщиной 35 мм после его шлифовки и полировки вырезали круг. Его укладывали на края специально изготовленной чугунной формы, которая на выдвижном поду вкатывалась в нагревательную печь, где и проводилось моллирование и последующий за ним отжиг чаши. Диаметр чаши был равен 2,4 метра. Ее вес превышал 400 кг.

Процесс моллирования позволил впервые решить технологическую проблему литья стеклянной скульптуры. Дело в том, что все попытки заливать расплавленное до жидкого состояния стекло в формы подобно литью, например, бронзовой скульптуры приводили к сильному запузыриванию стекла газами, выделяющимися из материала форм. Как известно, это явление имеет место и при литье бронзы, отливки которой нередко изобилуют раковинами. Если в бронзе внутренние раковины, хотя и нежелательны, но допустимы, поскольку скрыты, то в стеклянной скульптуре, даже матированной, они будут

просматриваться и она окажется бракованной. Поэтому до недавнего времени технологии изготовления монументальной стеклянной скульптуры практически не было. Работы отдельных художников-скульпторов, пытавшихся применить стекло для своих произведений, шли путем вышлифовки скульптуры из глыбы холодного стекла. Это довольно широко практиковалось на Петербургском стеклянном заводе в XVIII—XIX вв. при изготовлении скульптурных украшений парадных сервизов, и до сих пор этот способ применяется для массового выпуска настольной анималистической пластики чехословацкой фирмой «Мозер», которая, правда, вышлифовывает ее из предварительно отформованных гутными способами цветных заготовок. Имеют также место случаи применения прессования для получения небольших настольных скульптурок. Не требует однако доказательств, что пластические возможности художника при этом крайне ограничены тем обстоятельством, что изделие должно свободно выниматься из пресс-формы без т. н. замков.

В 1940—41 годах по инициативе В. И. Мухиной были начаты работы по изысканию технологии формования стеклянной скульптуры, которые проводились совместно кафедрой стекла Технологического института им. Ленсовета и Ленинградской зеркальной фабрикой (ныне Завод художественного стекла). Эти работы уже с самого начала было решено направить по пути моллирования из постепенно нагреваемого до очень вязкой консистенции стекла, которая позволила бы ему медленно вползать в форму. Только такой процесс может гарантировать невозможность запузыривания отливки.

В итоге длительных экспериментальных работ, прерванных войной, но возобновленных после ее окончания была полностью отработана технология моллирования скульптуры (5), излагаемая ниже.

Она состоит из следующих этапов от получения авторского оригинала до воспроизведения его копии в стекле:

1. Изготовление по оригиналу черновой гипсовой или клеевой формы.
2. Отливка гипсовой модели.
3. Корректировка автором модели по гипсу.
4. Отливка кусковой гипсовой формы.
5. Изготовление восковой или парафиновой модели.
6. Зачистка модели.
7. Изготовление огнеупорной формы для моллирования (заливка модели шликкерной массой).



8. Сушка формы и вытапливание воска.
9. Разогрев формы со стеклом.
10. Моллирование и отжиг.
11. Вскрытие формы и извлечение скульптуры.

Поскольку первые 4 этапа относятся к общеизвестным скульптурно-форматорским работам, приступим к описанию специфики технологии изготовления стеклянной скульптуры, начиная с техники получения восковой модели.

На водяной бане разогревают пчелиный воск или парафин; кусковую гипсовую форму вымачивают в холодной воде. Расплавленный воск вливают в мокрую форму и им ополаскивают всю ее внутреннюю поверхность, пока на ней не пристынет тонкая восковая пленка, после чего остаток горячего воска быстро выливают обратно в ванночку, где его растапливали. Форма же пускается опять в холодную воду. По прошествии некоторого времени эту операцию повторяют — и так несколько раз до наращивания плотной «скорлупки», толщина которой определяется величиной модели. Зачистка модели — очень ответственный этап, т. к. чистота ее поверхности является залогом получения доброкачественной скульптуры. Иногда, кроме снятия швов или чисто технической зачистки, бывает желательной и последняя авторская доработка.

Огнеупорной форме следует придать ряд свойств, в некотором роде противоречивых одно другому: она должна быть достаточно прочной, чтобы выдержать напор горячего стекла и вместе с тем достаточно рыхлой, чтобы из нее можно было легко, без повреждений извлечь стеклянную скульптуру; она должна также быть пористой, чтобы в разогретом состоянии газы могли из нее свободно выходить и одновременно обладать возможно более гладкой внутренней поверхностью. Кроме того, она должна быть огнеупорной в пределах 800—900°, а также несмачиваемой стеклом при этих температурах. Всем этим требованиям отвечает масса следующего состава, состоящая из: асбестового порошка (асбестита) — 60%, гипса — 35% и глины огнеупорной — 5%. Все три компонента тщательно смешиваются в сухом виде, после чего затворяются в воде для получения шликера, имеющего консистенцию жидкой сметаны, из которого надлежит изготовить форму.

Для изготовления формы сбивается деревянный ящик, в который в зависимости от того, откуда будет моллироваться скульптура, — в том или ином положении устанавливается восковая модель. Она монтируется на болванке из круто за-

мешанной глины, определяющей конфигурацию будущей литейной воронки. Эта болванка помещается на дне литейного ящика. Размеры воронки должны обеспечивать возможность укладки в нее кома стекла, по весу на 10—15% превышающего вес отливаемой скульптуры.

Между глиняной болванкой и восковой моделью в форме оставляется перешеек, т. е. отверстие той или иной формы в зависимости от характера скульптуры, через которое стекло будет «вползать» из воронки в рабочую полость формы. Через него же будет перед моллированием выплавляться воск. Во избежание всплывания при заливке шликера восковая модель прикрепляется к глине с помощью внутренней проволоочной арматуры. Все эти операции, конечно, необходимо проделать до затворения шликера.

Шликер заливается в ящик осторожно без бурления по наклонной доске. Через полчаса—час после заливки уже схватившаяся масса вследствие экзотермичности реакции гидратации гипса отлитая форма начинает нагреваться до 30—40°. После прекращения выделения тепла масса приобретает достаточную прочность и форма может быть освобождена от ящика и глиняной болванки.

Форма подвергается сушке при температуре 40—50°С, а затем при 80—100°С из нее вытапливают воск на железный противень.

Технология процесса моллирования возможна в 2-х вариантах:

- а) в условиях стекольного завода или другой мастерской<sup>^</sup> располагающей своей стекловаренной печью;
- б) при наличии лишь камерной нагревательной печи с электрическим или газовым отоплением (муфеля).

В первом случае в камерную (обычно отжигательную) печь устанавливают накопленное к этому времени количество форм, подлежащих заполнению стеклом. Одновременно на под печи загружается теплоизоляционный порошок диатомита (при его отсутствии может быть заменен песком). Печь замазывается и начинается подъем температуры из расчета достижения температуры 800° в течение 36 часов.

Мастер-стеклодув набирает на трубку стекло, постепенно закатывая его в катальнике, последовательно увеличивает его вес, доводит до трехкратного веса гипсовой модели и придает ему форму шара или овоида, подрезанного около набеля, чтобы его легко было отделить от трубки. Затем к этому набору стекла прилепляют маленькую стеклянную петлю —

ручку, за которую его можно будет взять на железный стержень для осторожной укладки в воронку формы.

Формы для моллирования, не вынимая их из нагревательной печи, последовательно пододвигают к загрузочному окну для укладки стекла. Во время укладки стекла и всей операции моллирования поддерживается температура 800—900° (в зависимости от состава стекла). Превышение ее не допускается, т. к. может вызвать прилипание стекла к поверхности форм. Такая температура поддерживается в печи до тех пор пока **все** стекло во всех формах из воронок не вползет в полость форм и уровень избыточного стекла в воронках не стабилизируется. Затем медленно — в течение 2-х часов снижают температуру до 700° С и выдерживают ее 2—3 часа, после чего, не трогая формы с места, их засыпают полностью теплоизоляционным порошком, который в этой печи разогрелся до той же температуры. Слой изолирующего материала должен быть не менее 15 см. Дальнейшее охлаждение и отжиг проводятся по специальному режиму, рассчитываемому технологами применительно к составу стекла и максимальной толщине моллированных изделий. Не ранее, чем по достижении 60—80° С можно освободить формы от теплоизоляции и дать им остыть на воздухе до 20—25° С, ни в коем случае не допуская сквозняков. Остывшие полностью до комнатной температуры формы разбивают с исключительной осторожностью, чтобы не повредить скульптуру.

Второй вариант отличается от первого лишь началом процесса. В этом случае стекло в виде глыб так называемого эрклеза (желательно одним куском нужного веса), укладывается в холодном виде в воронки форм, уже установленных в нагревательной печи. Разогрев печи до упомянутых выше температур моллирования и дальнейший ход процесса заполнения рабочих полостей проходит сам собой по мере размягчения уложенного стекла. Этот способ имеет ряд своих достоинств, главное из которых — независимость от наличия или отсутствия своей стекловаренной базы.

Все рекомендации по первому варианту полностью относятся и ко второму.

В последнее время принцип моллирования художники стали применять в новых его модификациях.

Выше уже отмечалась тенденция современных художников давать стеклу свободно и пластично «самоформоваться» в вязком состоянии. Эта тенденция находит в последние годы

новые технологические решения и, как следствие, новые художественные интерпретации.

Так, художник В. С. Мурахвер отминает из горячего стекла на фактурированной чугунной плите большой пласт неопределенных очертаний, который затем как платок накидывает на высокую болванку, давая при этом стеклу свободно и произвольно обвиснуть за счет его собственного веса.

Интересные, весьма перспективные эксперименты проводятся художником А. М. Остроумовым. В отличие от В. С. Мурахвера он применяет свободное моллирование горячего хрустального пласта, причем этот процесс у него в какой-то степени механизирован. Кроме того, полученные этим способом, его изделия рассчитаны на определенные оптические эффекты, что вообще характерно для этого художника, много лет работающего с хрусталем.

## ДЕКОРИРОВАНИЕ

До наших дней сохранилась тысячелетняя традиция украшать, обогащать поверхность изделий при их выделке непосредственно у печей, используя вязкость и богатые пластические возможности горячего стекла, его широкую цветовую палитру и технологическую податливость при обработке.

Богатство приемов горячего декорирования поистине беспредельно. В нашей работе мы ограничились описанием лишь основных, наиболее употребляемых приемов и в качестве примеров техники выполнения особо виртуозных произведений привели несколько авторских работ мастера-художника ЛЗХС Б. А. Еремина. Таким образом, как уже упоминалось во введении, книга не претендует на полный охват всех возможных способов декорирования, в том числе обилия гутных.

### Прочесывание

Техника прочесывания, применявшаяся, как мы уже знаем, древними египтянами, сохранилась и поныне, однако в своем новом технологическом воплощении. Если раньше наматываемые нити образовывали само тело полого изделия, то теперь они наматываются (рис. 58) лишь в качестве декора на баночку или пульку (а); затем они прочесываются в желательных направлениях (б) и путем заглаживания вдавливаются в тело пульки. Это делается для того, чтобы при последующем наборе стекла в местах прилепа выпуклых нитей не

оставался воздух, который в этом случае дал бы много не-  
 ряшливо разбросанных пузырьков. После набора тонкого  
 слоя прозрачного стекла и закатки пульки в катальнике мас-  
 тер придает ей нужную форму и выдувает изделие (г, д, е)..

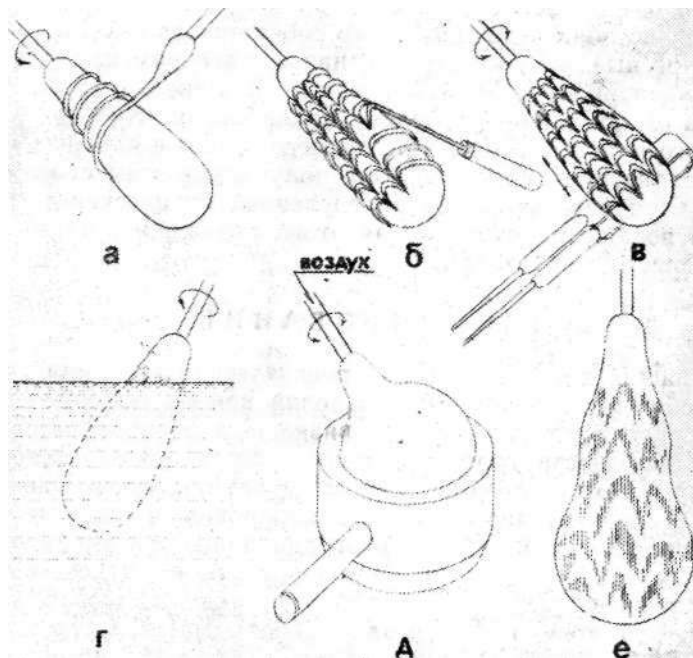


Рис. 58 Декорирование «прочесыванием»

### Нанесение надцветов

В практике художественного стеклоделия очень часто-  
 встречается необходимость изготовления двух- трехслойных  
 изделий, причем каждый слой должен иметь свой цвет. Есте-  
 щее требуется, чтобы при бесцветном корпусе либо внут-  
 ренняя, либо наружная поверхность была окрашена тонким\*  
 слоем цветного стекла.

В первом случае это достигается просто тем, что баночка<sup>1</sup>  
 для этого изделия готовится из цветного стекла или, если это  
 необходимо, на нее набирается еще один слой цветного, а?  
 пулька уже потом делается из прозрачного. Хочется здесь,,

однако, предупредить не имеющих достаточного опыта худож-  
 ников или мастеров: в том случае, если мы имеем дело с из-  
 готовлением графинов с внутренним надцветом, то первую ба-  
 ночку обязательно нужно делать бесцветной. В противном  
 случае внутренний надцвет сотрется при притирке пробки.

Значительно сложнее получить равномерно окрашенный  
 наружный надцвет. Обычно цветное стекло для надцвета ва-  
 оят интенсивно окрашен-  
 ным. Поэтому малейшая  
 неравномерность толщи-  
 ны надцвета приведет к  
 разнотонности окраски  
 поверхности. А добиться  
 набором цветного стекла  
 на бесцветную пульку  
 тонкого равномерного  
 слоя практически невоз-  
 можно даже после за-  
 катки в катальнике.

Существует два спосо-  
 ба нанесения надцветов.  
 Прежде, чем приступить  
 к их описанию, необхо-  
 димо указать на одно  
 важное условие всякого  
 соединения стекол раз-  
 ных цветов или вообще  
 разных составов в одном  
 изделии. При своем ох-  
 лаждении изделие, есте-  
 ственно, уменьшается в  
 своих линейных разме-  
 рах и для накладного  
 стекла исключительно важно, чтобы сочлененные друг с дру-  
 гом стекла имели одинаковые коэффициенты термического  
 расширения (КТР). Существенное различие КТР вызывает  
 напряжения в стенках изделия и оно растрескивается.

Поэтому ежедневно перед началом работы необходимо  
 определить идентичность КТР сочетаемых стекол. При этом  
 абсолютные значения КТР, определяемые специальны л при-  
 бором — дилатометром, нас не интересуют, — нужпл лишь  
 сравнительная, относительная оценка сходимости стекол. Ее  
 определение производится одним из двух способов, изобраа-

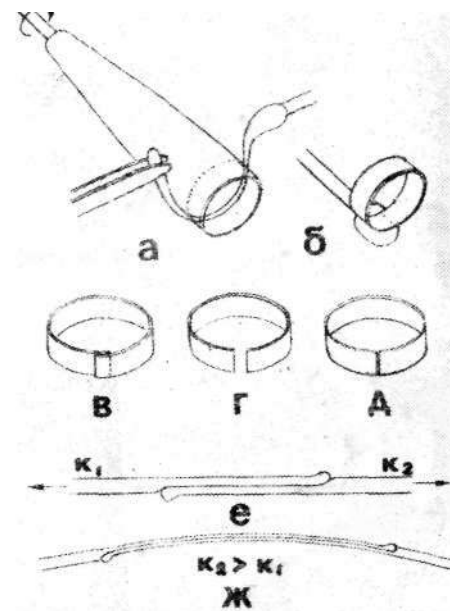


Рис. 59. Проверка схожести КТР раз-  
 ных стекол.

женных на рис. 59; по первому из них изготавливаются кольца диаметром 80—100 мм и толщиной стенок 0,5—0,6 мм из двух подлежащих проверке стекол; после разрезания их по образующей можно легко определить какое из стекол, внутреннее или наружное имеет больший КТР и в какой степени они различаются между собой. Разумеется, идеальным является кольцо (д), в котором линии разреза смыкаются; кольца (в и г) по-

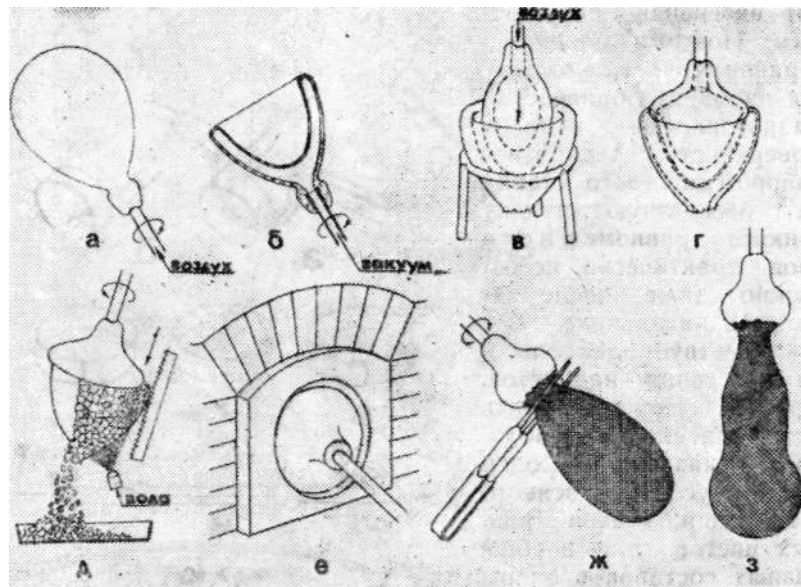


Рис. 60 Нанесение надцвета «в воронку».

называют два равных по величине, но обратных по знаку случая несовпадения КТР двух стекол. Как показывает практика, в случае, если расхождение или, наоборот, нахлест линий разреза превышает 3—4 мм, сочетание таких стекол чревато разрушением изготовленных из них вещей. По второму способу вытягивается двойная нить из разных стекол и по изгибу остывшей нити судят об идентичности КТР.

Несколько отличающиеся один от другого способы нанесения надцвета имеют общую основу (рис. 60 и 61): в обоих случаях выдувается из цветного стекла тонкостенная пулька (а), которая по-разному надевается на основную бесцветную пульку. В первом случае, который носит название «в воронку» (рис. 60), разогретая цветная пулька в вертикальном по-

ложении втягивается с помощью вакуума до воронкообразного состояния (б), после чего отделяется от трубки и устанавливается в треножник (в). В этом положении в воронку вдувается изготовленная вторым стеклодувом основная пулька бесцветного стекла (в, г). Для удаления наружной стенки воронки ее обдают холодной водой и после растрескивания освобождают пульку от внешнего слоя воронки стекла, которое не приварилось к ней в виде цветной рубашки (д). Затем разогретая пулька подвергается предварительной обработке и поступает на формование. Изготовление надцвета «в воронку»

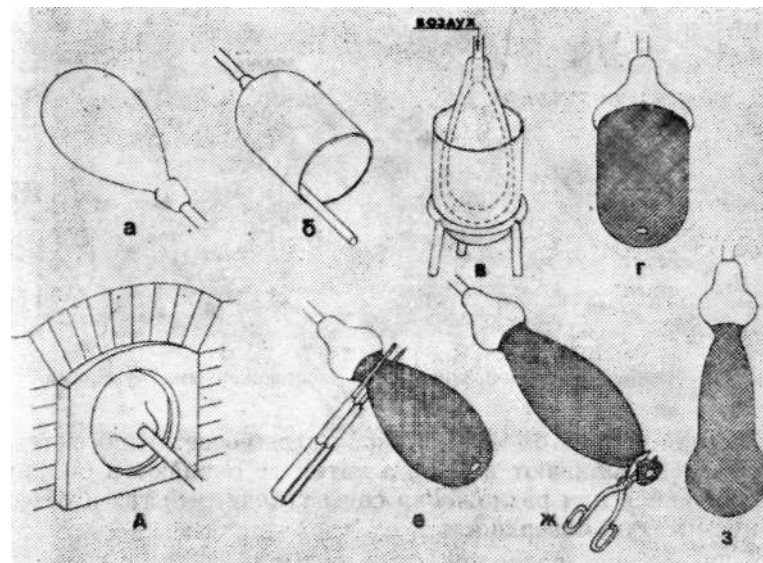


Рис. 61 Нанесение надцвета «в чехол».

имеет 2 недостатка: во-первых, велики отходы цветного стекла и во-вторых, для получения надцвета на большое изделие необходимо делать исходный цветной пузырь громадного размера, поскольку в дело идет только его половина.

Обоих этих недостатков лишен способ нанесения надцвета «в чехол» (рис. 61). В данном случае цветная пулька в горячем виде, находясь на понтии, раскрывается до цилиндрического состояния (б) и в нее вдувается основная бесцветная пулька (в, г). Затем пулька с надцветом обогревается, надлежащим образом формируется, — удаляется место прилепавшей понтии. Здесь все цветное стекло используется.

## Декорирование пузырями

Известны два вида декорирования стекла пузырями: хаотично расположенными во всей массе или в одном тонком слое и организованными в какой-нибудь определенной геометрической системе.

В 40-х годах нашего века французский художник Жан Саль серийно выпускал тонкостенные сосуды из пенистого неосветленного стекла (12). Для преднамеренного «запузыривания» нормально осветленного стекла в одном тонком

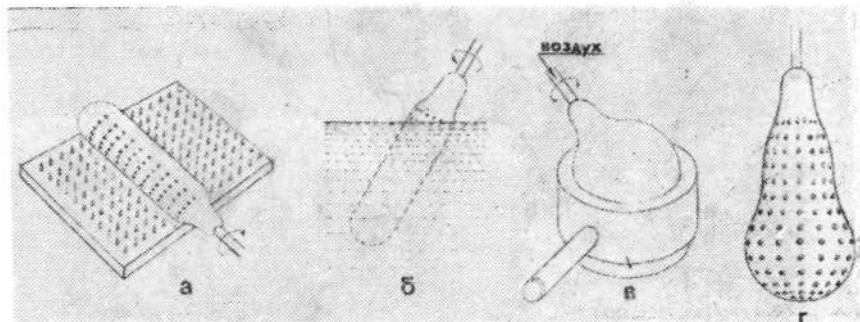


Рис. 62 Декорирование организовано расположенными пузырями.

слое, обычно закрытом сверху вновь слоем осветленного стекла, пульку вываливают в соде, а затем ее окунают в стекло. Выделяющийся при разложении соды углекислый газ и образует пузырчатую поверхность.

Организовано расположенные пузыри вводятся в стекло, как показано на рис. 62. Баночка или пулька обкатывается на доске с набитыми снизу и торчащими немного кверху гвоздиками. В каждой из продавленных ямок при погружении пульки в стекло остается пузырек воздуха, размер которого будет зависеть от длины торчащего из доски конца гвоздика. Если операции накола и закатки нового слоя стекла повторять, можно получить пузыри, расположенные на разной глубине от наружной поверхности изделия.

Во всех перечисленных случаях пузырьки воздуха имеют шарообразную форму. Между тем, иногда из композиционных соображений желательно вытянуть внутри стекла эти пузыри в виде длинных нитей

ки. На рис. 63 показан способ получения таких спиралей в теле полого выдувного изделия, в данном случае при свободном выдувании блюда. Одновременно выдуваются два стакана: — один рифленый, второй несколько большего диаметра гладкий, после чего первый вдвигается во второй. Затем стык стаканов овивается жгутом горячего стекла (в), благодаря чему в каждой каннелюрке между двумя стаканами остается воздух. Дальнейшая горячая обработка пульки (скручивание пузырей в спираль, их вытягивание, наконец, свободное формирование блюда), протекает, как обычно.

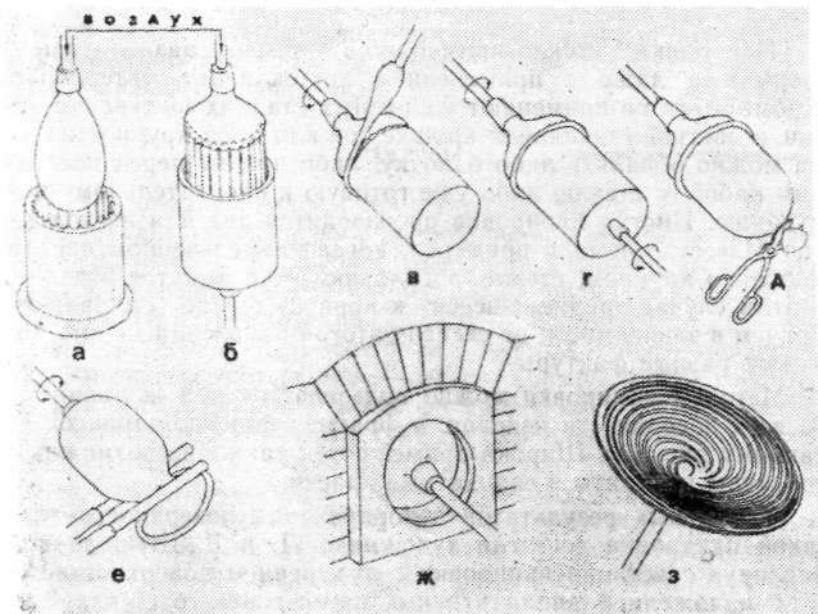


Рис. 63 Свободное выдувание блюда, декорированного воздушными спиралью (техника предложена Ф. С. Энтелисом, выполнение Б. А. Еремина).

## ФАКТУРИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ

Широкое распространение имеет фактурирование поверхности посуды и декоративных изделий самыми разнообразными приемами. Опишем некоторые из них.

Под кракле подразумевается поверхность, испещренная мелкими, беспорядочно разбросанными поблескивающими трещинками. Краклирование производится очень кратковременным погружением пульки в воду или мокрые опилки, после чего она сразу обогрывается в печи или «кукушке» \* для сплавления образовавшихся на поверхности трещинок.

### Панировка измельченным стеклом

Панировка\*\* стекла применяется в самых разнообразных формах и даже с применением нестеклянных материалов. Кроме этого ее применяют на разных стадиях выдувания вещи, в цветной стеклянной крошке той или иной крупности зерна можно обвалить либо баночку, либо пульку перед последним набором стекла, либо уже готовую к окончательному выдуванию. Иногда панировка производится два или несколько раз. Известно немало примеров, когда в измельченном, иногда довольно крупном, стекле обваливают уже выдудое изделие; в этом случае прилипшее к корпусу стекло оплавливают, причем в зависимости от степени этого оплавления можно получать разные фактуры.

Методом панировки можно пользоваться при желании йе-на всей поверхности изделия, а фрагментарно по заранее заданному рисунку. Широко применяются также всевозможные красящие пигменты и силикатные краски.

Интересных результатов декорирования поверхности техникой панировки достигли художники Л. и Д. Шушкановы. Варьируя сочетания панировки с пузырением поверхностного слоя, наложением аппликативных пятен горячего стекла, навивкой «путаной» нити и т. п., и широко применяя сульфидцинковое стекло со всеми его возможностями, Шушкановы добиваются большого разнообразия живописных фактур поверхности своих произведений.

\* «Кукушкой» на стекольных заводах называют небольшую нагревательную печь, отапливаемую газом. Эти печи, где поддерживается температура 1200—1300°, обычно располагают поблизости рабочих мест стеклодувов-отдельщиков.

\*\* Панировать — значит обвалить какой-нибудь предмет в чем-ш" сыпучем (песке, сахарах и т. п.).

В введении было показано, как широко пользовались этими способами древнеримские стеклоделы. Они широко варьировали толщину накладываемых нитей, доводя их иногда до толстых жгутов, которые либо так и оставались сильно выпуклыми, либо почти целиком оплавливались, оставляя лишь как-бы утолщение стенок. При этом накладывалось стекло одного с корпусом изделия цвета. К сожалению, в наше время этими выразительными возможностями мало пользуются.

Одно время в нашей промышленности широкое распространение имело декорирование так называемой путаной нитью, которую наносили почти со одного набора горячего цветного стекла в беспорядочном виде.

### Налепы

Всевозможные налепы представляют собой один из распространеннейших способов декорирования поверхности изделий. Разновидности способов нанесения и обработки налепов ниже классифицируются на несколько групп, отличающихся технологией их реализации.

На рис. 64 (а, б, в) изображен простой налеп с печаткой; его контур полностью определяется формой капли горячего набора стекла. Для получения фигурного контура пятна налеха применяется железный трафарет; в данном случае перед тем как отрезать стекло от трубки, надо его немного оттянуть, чтобы можно было удалить трафарет; налех можно по желанию вылепить (г, д, е). В том случае, когда требуется получить тонкое аппликативное пятно с четкими очертаниями, это делается уже не набором горячего стекла на трубку, а выдуванием тонкостенной пульки и придувания ее через трафарет «с отдувом», т. е. до прорыва стенок; неровности осколков стекла вокруг окна трафарета слегка отбиваются и он легко снимается (ж, з, и). Этим способом можно делать многоцветные как бы акварельные рисунки, в которых отдельные цветные пятна смотрятся либо локально, либо частично накладываются одно на другое.

Налепы (рис. 65) основаны на другом принципе: когда к тонкостенному корпусу изделия налипается относительно большая масса горячего стекла, стенка под этим пятном разогревается; если теперь подуть в трубку (в), — раздуется шарикообразный пузырь наружу. Если, наоборот, соединить



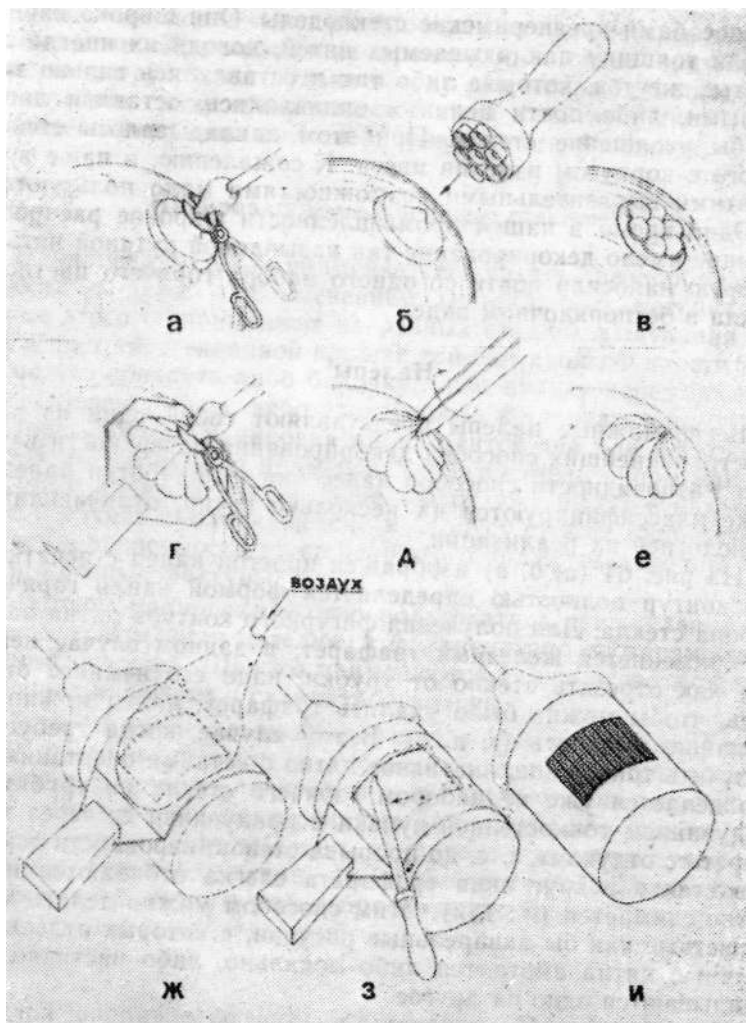


Рис. 64 Разные способы нанесения налетов.

трубку с вакуумом, произойдет то же самое, только пузырь уже войдет внутрь (г).

Если этот процесс сочетать с оттяжкой выдуваемого наружу пузыря (д) и (е), то можно отформовать носик чайника; конец носика, разумеется, впоследствии отрезается.

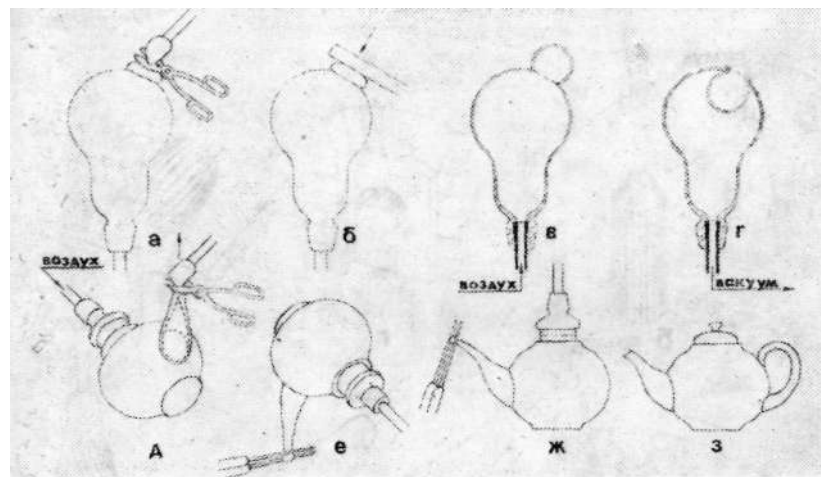


Рис. 65 Нанесение налетов с продуванием и изготовление чайника.

### Венецианская филигрань

Венецианская филигрань представляет нам образцом непревзойденного мастерства декорирования стекла. Поражает ювелирное исполнение тончайших переплетений белых нитей и как бы кружевных их узоров, вплавленных в прозрачное стекло. Технология изготовления, этих произведений не представляет секрета и вполне может быть воспроизведена современным мастером высокого класса. Нам, однако, не удается достигнуть такой плотно-белой окраски тонких нитей, "вследствие того, что теперь глушат стекло фтористыми или фосфорными соединениями, в то время как венецианцы по данным современного ученого Луиджи Цеккина применяли для этого оксиды олова и свинца (21).

Итак какова же техника венецианской филигранны? Она в ^последовательности всех операций отображена на рис. 66 и 67. На первом — спирально скрученные нити направлены в

одну сторону (vetro a ПН), а на втором — пересекаются в разных направлениях, образуя сеточку (vetro reticello).

Процесс начинается с установки предварительно вытянутых дротиков толщиной 2—2,5 мм в бездонный стальной стакан с рифленой внутренней поверхностью, помещенный на сплюснутый ком глины (а); концы дротиков немного втыка-

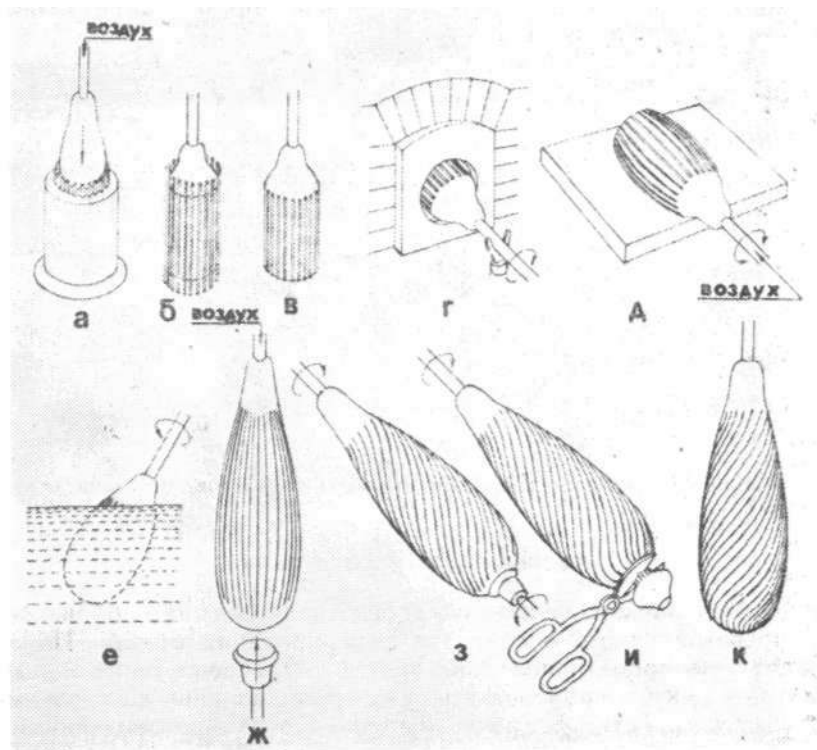


Рис. 66 Декорирование односпиральной венецианской филигранны.

ются в глину во избежание их возможного перекося или падения. После небольшого их прогрева горячим стеклом сюда вдвигается баночка, к которой прилепляются все дротики (б); не прилипшие к ней концы дротиков отбиваются (в). После повторного нагрева дротики закатываются до полного утапливания их в стенки баночки. Затем на нее набирают прозрачное стекло и делают пульку (ж), к которой прилепят на

пontiю. Поворачивая pontию и трубку в разные стороны, нити скручивают в спираль, после чего pontию отделяют. Затем, чтобы убрать нижнюю, донную часть пульки, которая от соприкосновения в начале процесса с глиной испачкана, а также, чтобы свести все нити в центре дна в одну точку, пулька подрезается (и). Теперь она готова к выдуванию требуемого изделия.

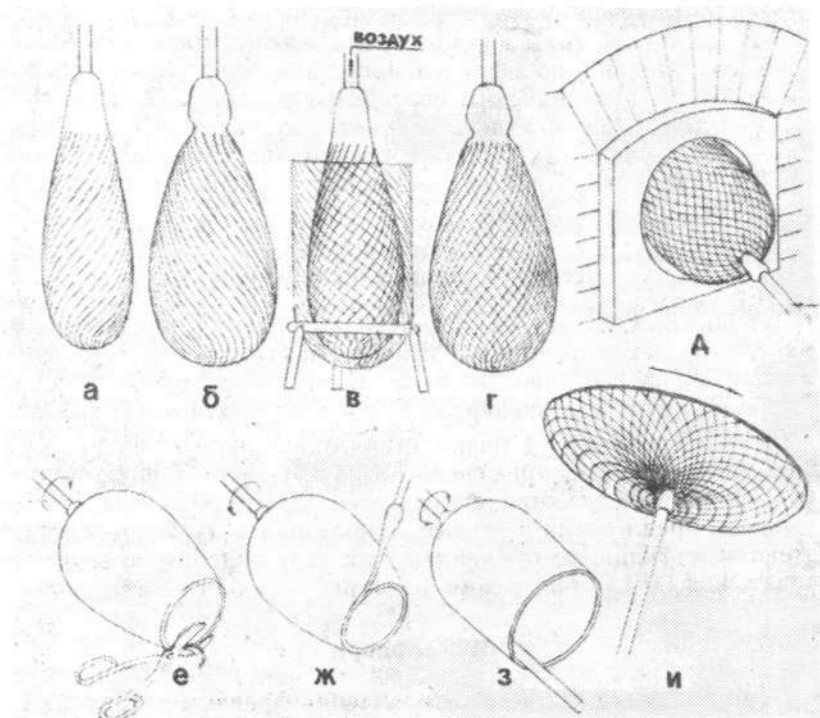


Рис. 67. Декорирование двухспиральной (пересекающейся) венецианской филигранны.

Во втором случае (рис. 66) описанном выше способом выдуваются две пульки, отличающиеся одна от другой направлением закручивания спиралей и диаметром, второй делается на 10—15 мм больше. Далее вторая пулька после нагрева раскрывается как «чехол», в который и вдвигается первая пулька (в). Последующие рисунки (д—и) отображают изготовление блюда свободным выдуванием.

Очень часто подлинные образцы венецианской филиграни декорированы не элементарными единичными спиралями как показано на наших рис. 66 и 67. В этих произведениях каждая спираль состоит из переплетения нитей, образующего сложный орнамент (*vetro relorti*). Для выполнения подобных вещей в металлический рифленый стакан вместо простых дров устанавливают сложные орнаментированные дроты, вытянутые как показано на рис. 21.

В последние годы начала проявляться интересная тенденция сознательно по определенному рисунку деформировать полученную венецианским способом филигрань. Примеры такого декора можно видеть в некоторых вазах ФРГ, а также во многих работах мастера-стеклодува завода «Неман» А. Ф. Федоркова, хорошо сочетающего венецианскую технику с техникой протравливания.

### Декорирование стеклотканью

В 50—60-х годах XX в. велись довольно перспективные работы по декорированию поверхности стекла цветными стеклотканями. К сожалению, по-видимому, из-за того, что их не вырабатывают, эти эксперименты вскоре были прекращены.

Зато несколько лет назад стеклоткань нашла интереснейшее на наш взгляд применение в совершенно новом качестве: молодая художница стекольного завода «Неман» Т. Малышева предложила впервые использовать грубую толстую стеклянную ткань, не прилепляя ее к телу изделия, а лишь отпечатывая ее для получения фактуры.

### Миллефиори

При описании техники изготовления древними египтянами знаменитых муррин мы упоминали о том, что эта техника в модернизированном виде претерпела свое второе рождение спустя 17—18 веков в Венеции на острове Мурано\*.

Принципиальное отличие венецианского миллефиори от применявшейся в Египте техники заключается в том, что муранские виртуозы-стеклодувы изобрели способ **выдувания** полых сосудов, вся поверхность которых, как и у муррин, декорировалась узорами пластиночек того или иного рисунка.

\* В это время и появился термин «миллефиори» (*miilefiori*), означающий по итальянски «тысяча цветов».

Для этого уже известными нам способами вытягивались, узорчатые дроты, разрезались на небольшие по длине пластиночки. Далее эти пластиночки укладывались на чугунную плитку в желаемом порядке или хаотично и накатывались на бесцветный стеклянный пузырь, находящийся на стеклодувной трубке. После разогрева они вминались в бесцветное стекло и вновь хорошо сплавлялись, образуя наружный единый толстый надцвет, в глубине которого всегда просматривались-уходящие в толщу стенки цветные пластиночки.

Сохранилось большое количество пресс-папье в виде шаров из прозрачного бесцветного стекла, не полых, а сплошных, внутри которых на небольшой высоте от основания в массу стекла было вплавлено на всей площади этого сечения шара поле из буквально тысяч цветов разных рисунков, на которых, несмотря на их миниатюрность (их диаметр не превышал 4—5 мм), можно рассмотреть лепесточки, тычинки и пестики. Иногда в этот букет цветов вплетались какие-нибудь инициалы, принадлежащие то ли автору, то ли лицу, коему предназначался сувенир (18).

Технология их изготовления такова: на трубку набирается бесцветное стекло и закатывается в виде плоского гриба; к нему прилепляются заранее разложенные на плитке нарезанные из узорчатых дров пластиночки; после разогрева гриба с пластиночками их вдавливают в стекло. Затем набирается много прозрачного стекла и формируется шар.

Выше уже упоминалось об изготовленных в XIX веке уникальных образцах подлинных венецианских дров разного диаметра, в сечении которых ясно читаются тончайшие полихромные портреты. Минимальный диаметр их равен 4—5 мм.

Детальное рассмотрение этих дров позволяет нам высказать следующую гипотезу о технике их изготовления.

Из вытянутых, вышлифованных согласно требуемому профилю по всей своей длине и тщательно пригнанных друг к другу столбиков цветного глушеного стекла (смальт) длиной примерно 4—5 см выкладывалась мозаика в круглой рамке диаметром 8—10 см. Затем эта мозаика спекалась при нагревании до получения монолита, после чего к обеим ее плоскостям в горячем виде прилеплялись 2 понтии, с помощью которых мозаика и вытягивалась в дроты.

В 20—30-х годах нашего столетия в Швеции на заводе Оррефорс техники «Грааль» и «ариель» были разработаны художниками Гате и Хан дом при активном участии мастера-стеклодува Бергквиста и длительное время затем использовались этим предприятием для выпуска продукции, пользовавшейся широкой мировой известностью (12).

Технологическая суть изобретенной первоначально техники Грааль заключалась в следующем.

Выдутая баночка или пулька с наружным надцветом в один или несколько слоев, или декорирования цветными аппликативными пятнами, направлялась на отжиг, после которого ее подвергали холодному декорированию любым из известных способов, получая таким образом, например, цветной рисунок на бесцветном фоне. Затем баночка разогревалась, вновь бралась на трубку, на нее набиралось бесцветное или слабоокрашенное стекло и выдувалось изделие желаемой формы. Декор при этом оказывался внутри стенки сосуда.

В развитие этой, богатой своими художественными возможностями, техники там же была изобретена новая техника, получившая название «грааль». Сначала она заключалась в том, что изготовленная толстостенная пулька после отжига подвергалась глубокому пескоструйному декорированию. При повторном наборе на нее стекла в выемках и бороздках оставался воздух, который и рисовал внутри стенки воздушный, как говорила В. И. Мухина, полостной декор.

Позднее художники завода Оррефорс, сочетая обе эти техники в одном изделии, добивались выдающихся успехов в создании художественных произведений из стекла.

#### Примеры виртуозной техники исполнения

В заключение главы о ручном производстве художественных стеклянных изделий приведем три примера техники изготовления и декорирования. Первое из них — ваза «Татьянка» выполнена одним из лучших советских мастеров-художников Б. А. Ереминым в соавторстве со старейшим художником-стеклодувом засл. худож. РСФСР, лауреатом Государственной премии РСФСР им. Репина Б. А. Смирновым. Две другие представляют лично его—Б. А. Еремина—авторские произведения.

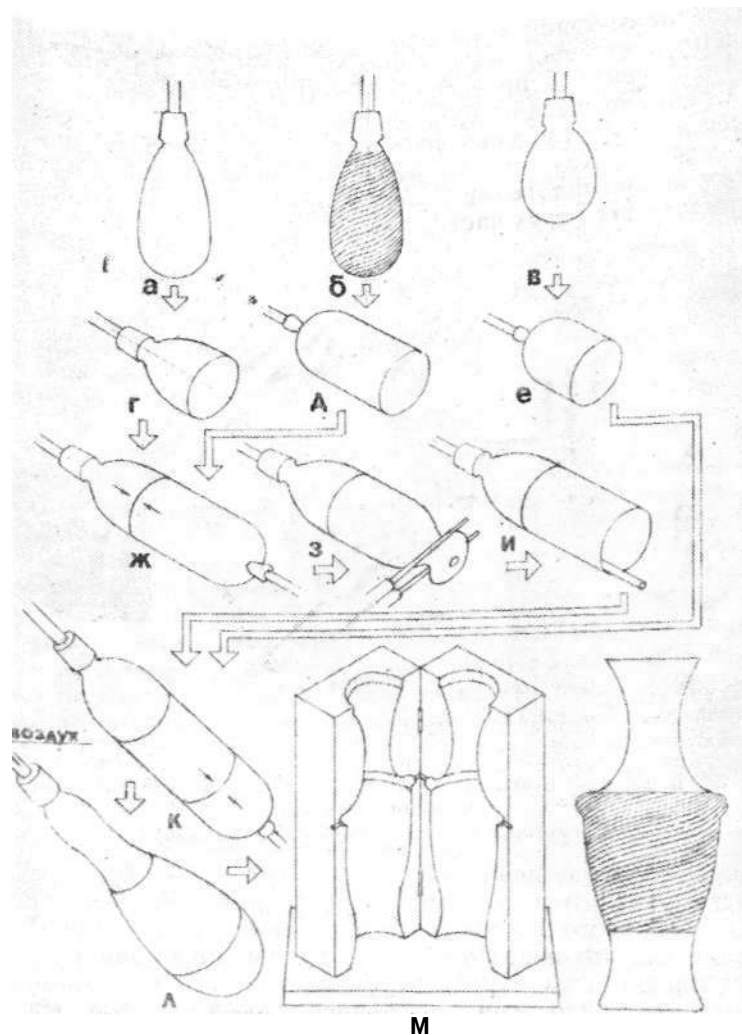


Рис. 68 Выдувание трехчастной вазы «Татьянка» (форма Б. А. Смирнова, вариант и исполнение Б. А. Еремина).

Отличительной особенностью вазы «Татьянка» является сочленение ее корпуса из трех отдельно выдутых частей (рис; 68). Нижняя и верхняя части выполнены из белого молочного стекла, а средняя представляет собой белую венецианскую филигрань по бесцветному фону. Технологическая цепочка; процесса ее изготовления ясна из рисунка и изображенных на нем стрелок. Хочется подчеркнуть исключительную сложность выполнения геометрически правильной и герметичной: состыковки всех трех частей вазы.

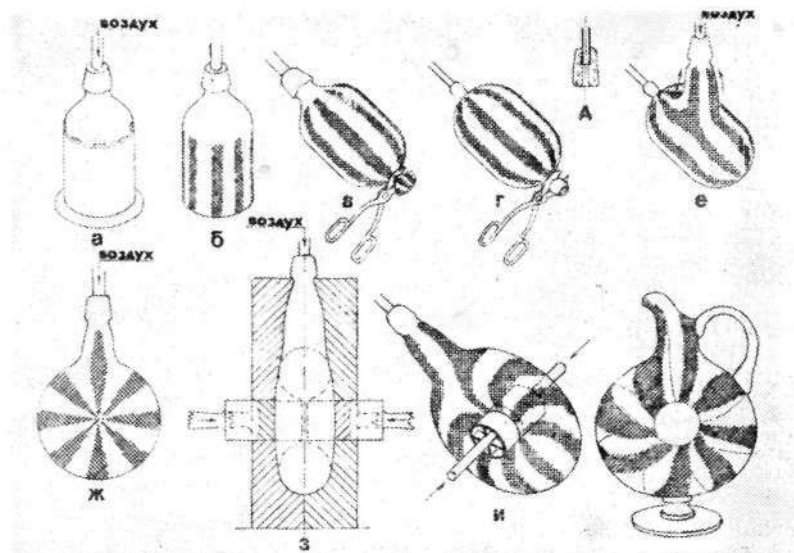


Рис. 69 Выдувание кувшина «Куманец», декорированного радиальными цветными полосами (автор и исполнитель Б. А. Еремин).

Второе произведение «Куманец» (рис. 69), кроме всего» прочего, замечательно радиальным расположением полос из молочно-голубого стекла по прозрачному фону. Для этого» Еремин, как это показано (на а—г), изготовил запаянный с обоих торцов сосуд, укрепленный на pontii; затем с помощью продырявленной pontii (д), прилепленной к боковой поверхности сосуда, он одновременно оттягивал и раздувал горло будущего изделия (е) сплюснутого шара (ж) и поместил в деревянную форму. После этого он разогрел всю такой оригинальной формы пульку, придал ей форму, особенность конструкции которой заключается в наличии в ней двух вы- движных поршневых вкладышей. Выдув изделие при выдви-

нутых вкладышах, мастер, постепенно сближая их между собой, придал изделию тороидальную форму (з). Затем двумя заостренными трубами он вырезал отверстие в центре тора (и), после чего обычными приемами завершил изготовление изделия.

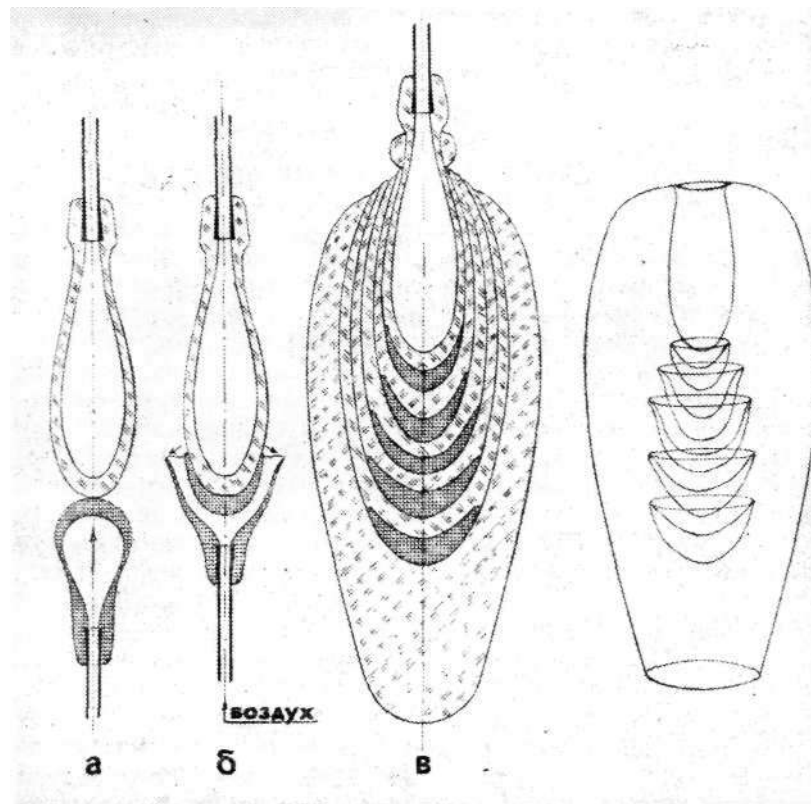


Рис. 70 Выдувание декоративной вазы «Колпачки» (автор и исполнитель Б. А. Еремин),

Большой технологический интерес и эстетическое наслаждение вызывает вазочка Б. А. Еремина «Колпачки» (рис. 70). Здесь в большом массиве хрусталя как-бы «плавают» чуть погруженные одна в другую разноцветные чашечки. Изготовлена она следующим образом.

К дну маленькой хрустальной пулочки прилепляется с нажимом (надевается наизнанку) цветная баночка с толстым дном и тонкими боковыми стенками (а) и сразу сильно отдувается таким образом, чтобы стенки в тонком месте прорвались (б); после заглаживания прилепа вновь набирается хрусталь, пулька закатывается и снова подается цветной колпачок. Последовательно повторяя эти операции 5 раз, автор получил весь набор чашечек, которые утопил в толстом слое хрустала и окончательно отформовал вазочку (в). Верх ее отделан горячим способом.

## МЕХАНИЗИРОВАННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Как уже отмечалось в вводной главе, с начала XX века в производстве стекла наблюдается интенсивно нарастающий технический прогресс. Примечательно, что одним из главных объектов научных исследований и проектно-конструкторских разработок явилась механизация и автоматизация известных и изыскание новых технологических процессов формования, которые позволили бы ликвидировать тяжелый труд стеклодувов и радикально повысить производительность труда.

При всем разнообразии способов механизированного формования они все основаны на упомянутых выше 4 принципах механической обработки и на пластических особенностях горячего стекла. Подобно тому, как это было принято нами при описании процессов ручного производства, изложение механизированных способов и оборудования для формования приводится в той же классификации.

### Прессование

Автоматическое формование штучных изделий всей номенклатуры начинается с получения из ванной стекловаренной печи дозированной по массе «капли» стекла. Этой цели служит так называемый питатель (рис. 71), пристраиваемый к выработочной части печи таким образом, чтобы расплавленное стекло свободно заполняло канал питателя и примыкающую к нему чашу. В дне чаши питателя имеется отверстие, через которое выдается доза стекла. Образование капли и ее выдача схематично изображены на рис. 72. К отверстию в чаше 2, снизу прикреплено очко 3; капля стекла принудительно выталкивается плунжером 4 сквозь очко. При этом образу-

ется утолщение струи (положение II); при последующем подъеме плунжера за счет частичного всасывания стекла в струе образуется утоньшение (положение III); в этом месте автоматические ножницы 5 отрезают каплю (положение IV).

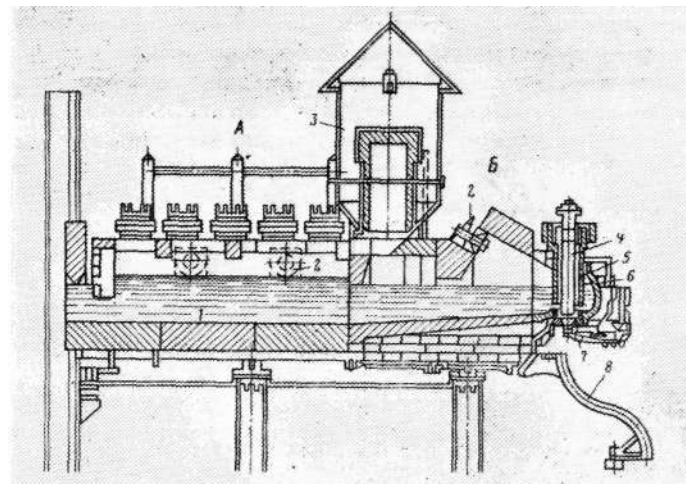


Рис. 71 Питатель ПМ-312.

Бушинг — шамотный цилиндр 6 вращается вокруг оси плунжера для гомогенизации стекломассы, выравнивания ее температуры.

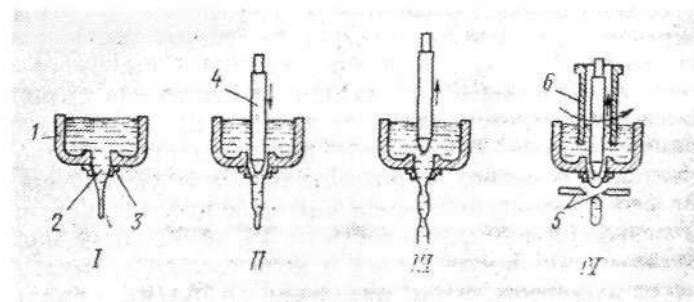


Рис. 72 Технологическая схема образования и отрезки дозированной капли стекла.



Питатель ПМ-312 имеет широкое распространение на многих предприятиях, где производятся штучные изделия различными способами формования.

На рис. 73 и 74 показаны технологическая схема работы и общий вид автоматического пресса АПП-12. Пресс представляет собой 12-позиционный карусельный стол, на каждой и\*

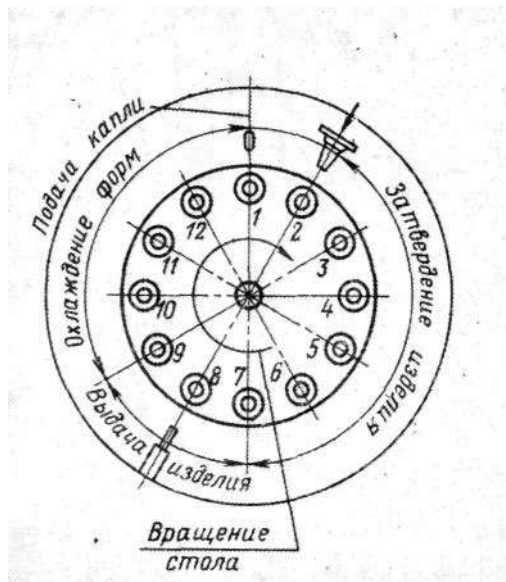


Рис. 73 Технологическая схема работы пресса АПП-12.

позиций которого установлены прессформы. Стол имеет циклическое вращение каждый раз на одну позицию. На позиции 1 в пресс-форму подается капля стекла, на поз. 2 происходит прессование; поз. 3—7 отведены под остывание (затвердевание) изделия, а на поз. 8 автоматический переставитель отставляет его на конвейер, транспортирующий его к отжигающей печи. Производительность от 15 до 40 шт. в минуту.

Существует множество типов и конструкций автоматических прессов в зависимости от назначения, габаритов подлежащих изготовлению изделий и т. д. В качестве примера автоматов для прессования изделий относительно крупных габаритов приводим пресс АПБ-10 для формования стеклблоков;

(блок состоит из двух, отдельно прессуемых, полублоков, которые сразу в горячем состоянии свариваются). Максимальные габариты блоков — 244X244X98 мм. Производительность 9—10 шт./мин.

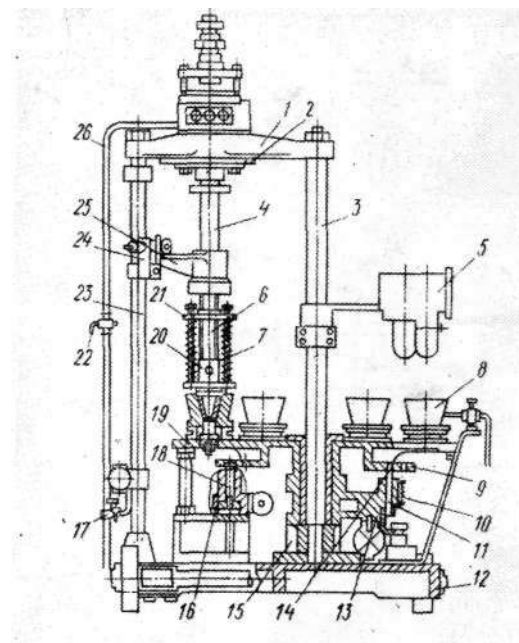


Рис. 74 Общий вид пресса АПП-12.

### Прессо-выдувание

При изготовлении широкогорлых изделий, например, консервных банок, способ прессования сочетается с процессом выдувания. При этом прессованием оформляется только верхний край изделия (рис. 76); при этом пуансон 1 впрессовывает стекло в кольцевую выемку кольца 2 и одновременно формирует предварительно полость изделия в черновой форме 3; отпрессованная заготовка с кольцом передается К чистой форме, на кольцо опускается дутьевая головка, через которую производится окончательное формование изделия уже выдуванием.

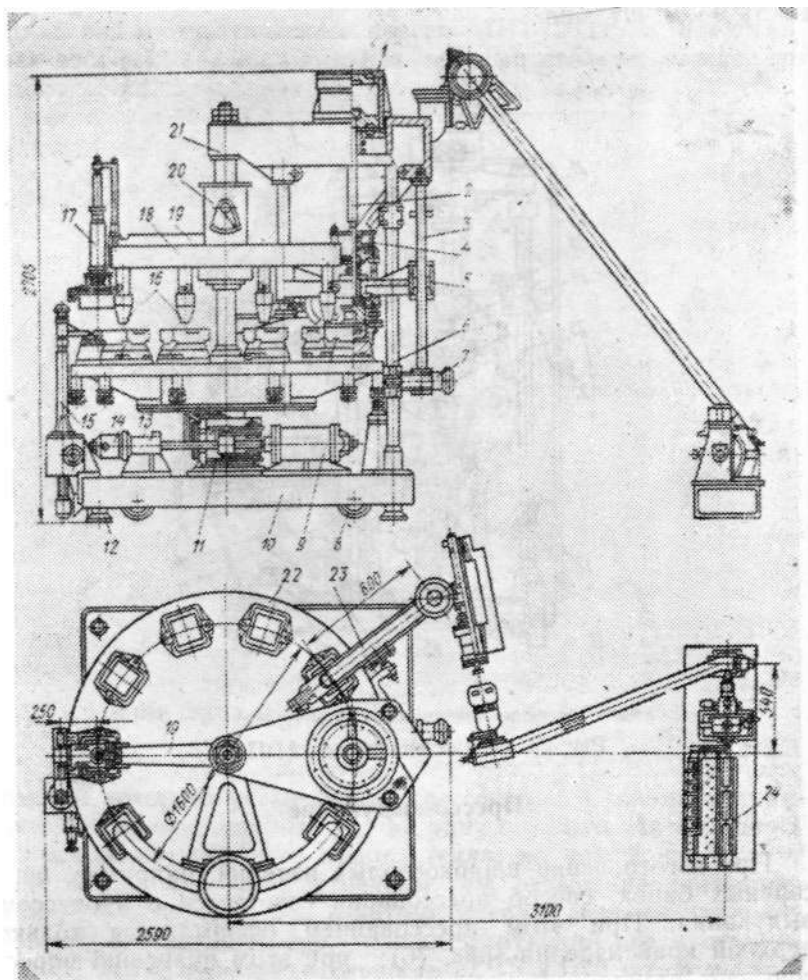


Рис. 75. Автоматический пресс АПБ-10 для прессования стеклоблоков.

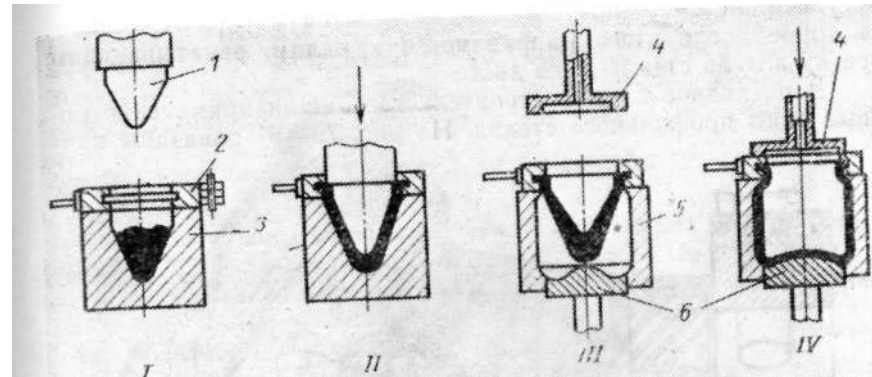


Рис. 76 Технологическая схема прессо-выдувного процесса формования.

### Прокатка листового и профильного стекла

Существуют машины для прокатки штучных листов стекла разных размеров и толщин; эти машины работают в периодическом цикле: вылитое на поверхность стола стекло прокатывается валом, катящимся по двум рейкам, определяющим толщину листа. Прокатанный лист специальными толкателями передается в отжигательную печь. Такие машины в основном используются при мелкосерийном производстве листового стекла, преимущественно цветного (т. н. марблита).

Массовое изготовление прокатного стекла производится методом «непрерывного проката», заключающегося в том, что непосредственно у стекловаренной печи устанавливается прокатная машина, в которую стекломасса непрерывно поступает тонким слоем нужной ширины (рис. 77). Стекло, проходя через валцы 6, прокатывается до установленной толщины и после прохождения чугунной плиты 7, охлаждаемой водой, поступает уже в виде листа на рольганг 11, транспортирующий его в отжигательную печь, которую он проходит в неразрезанном виде. Эта машина ПЛ-1-160 прокатывает лист шириной до 1800 мм и толщиной 5–15 мм; скорость прокатки — до 225 м/час.

Способом проката изготавливается также армированное листовое стекло для остекления свето-аэрационных фонарей, балконов и пр. На рис. 78 схематично изображена машина для прокатки такого стекла. С помощью холодильника 10 по-

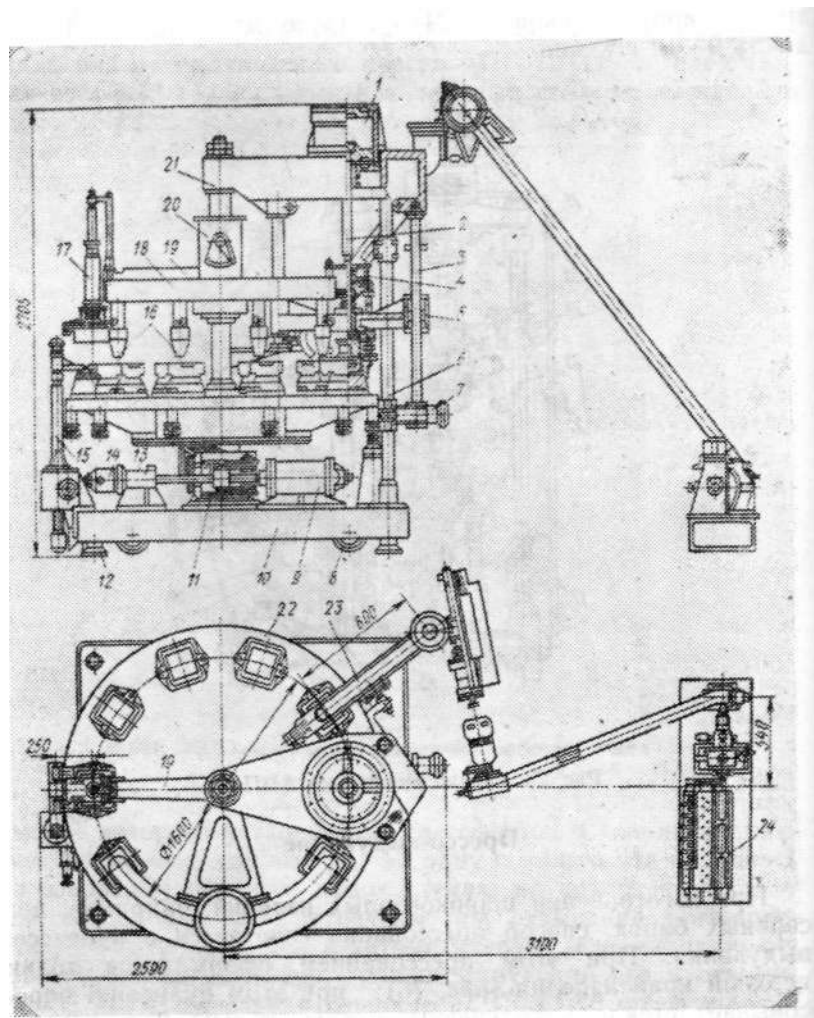


Рис. 75. Автоматический пресс АПБ-10 для прессования стеклоблоков.

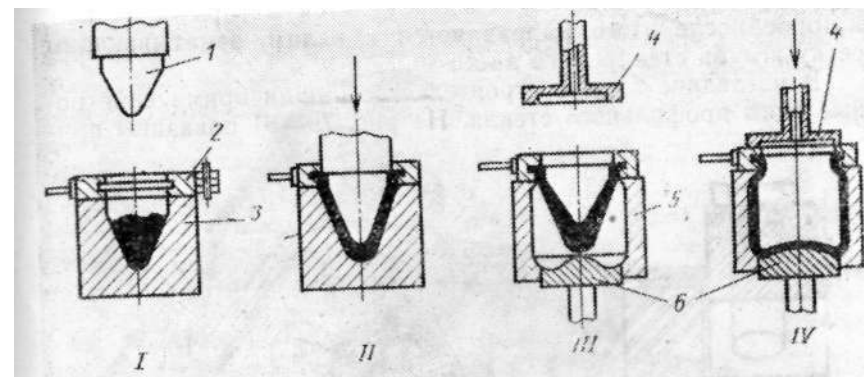


Рис. 76 Технологическая схема прессо-выдувного процесса формования.

### Прокатка листового и профильного стекла

Существуют машины для прокатки штучных листов стекла разных размеров и толщин; эти машины работают в периодическом цикле: вылитое на поверхность стола стекло прокатывается валом, катящимся по двум рейкам, определяющим толщину листа. Прокатанный лист специальными толкателями передается в отжигательную печь. Такие машины в основном используются при мелкосерийном производстве листового стекла, преимущественно цветного (т. н. марблита).

Массовое изготовление прокатного стекла производится методом «непрерывного проката», заключающегося в том, что непосредственно у стекловаренной печи устанавливается прокатная машина, в которую стекломасса непрерывно поступает тонким слоем нужной ширины (рис. 77). Стекло, проходя через валцы 6, прокатывается до установленной толщины и после прохождения чугунной плиты 7, охлаждаемой водой, поступает уже в виде листа на рольганг 11, транспортирующий его в отжигательную печь, которую он проходит в неразрезанном виде. Эта машина ПЛ-1-160 прокатывает лист шириной до 1800 мм и толщиной 5—15 мм; скорость прокатки — до 225 м/час.

Способом проката изготавливается также армированное листовое стекло для остекления свето-аэрационных фонарей, балконов и пр. На рис. 78 схематично изображена машина для прокатки такого стекла. С помощью холодильника 10 по-

ступающая с бобины сетка вдавливается в горячее стекло которое после этого направляется к валам, закатывающим сетку вглубь стеклянного листа.

В последние годы в строительстве нашли применение новые виды профильного стекла. На рис. 79—81 показаны при-

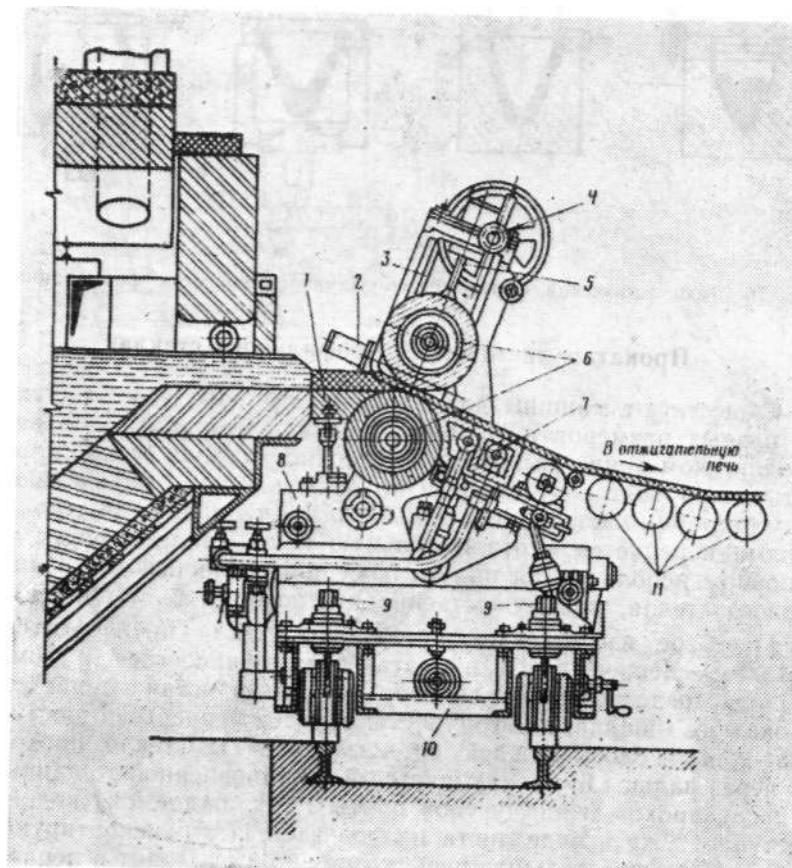


Рис. 77 Машина для прокатки листового стекла ПЛ-1-160.

способления для прокатки такого стекла разных профилей. На первом из них устройство для прокатки швеллерного профиля. Стеклоянная лента 2 из печи поступает в предварительную полуформу, где начинается загибание бортов— окончательная прокатка спинки и полук швеллера производится со-

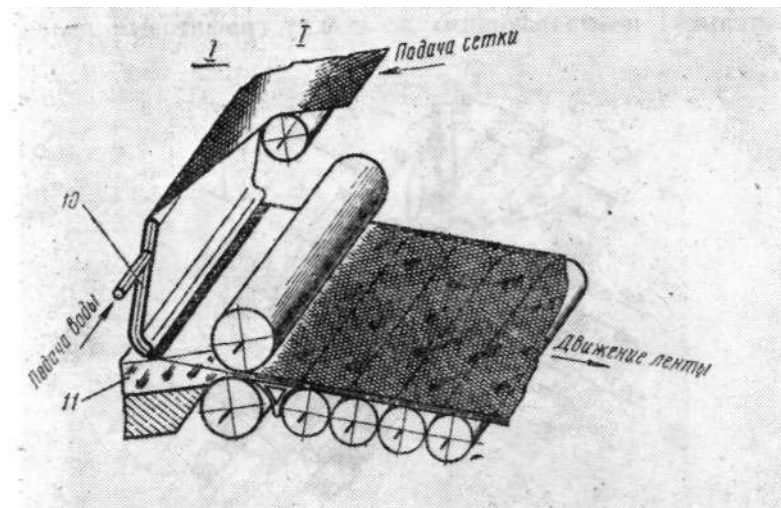


Рис. 78 Схема установки для прокатки армированного стекла.

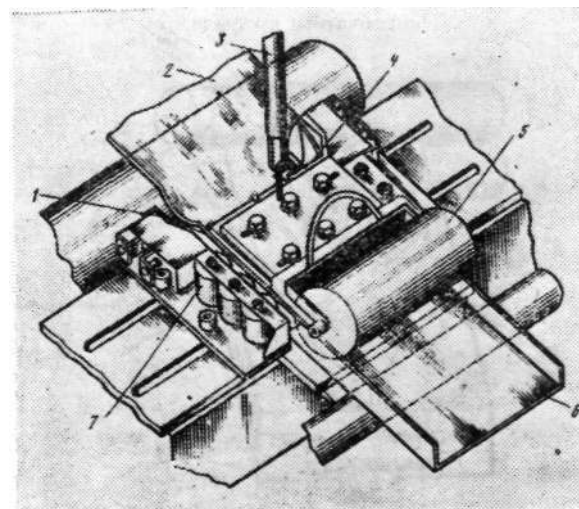


Рис. 79 Узел формирования стеклянной балки швеллерного профиля.

ответственно валом 5 и находящейся под ним плитой, а также-роликами 7 и «плавающим» по стеклу графитовым вкладышем.

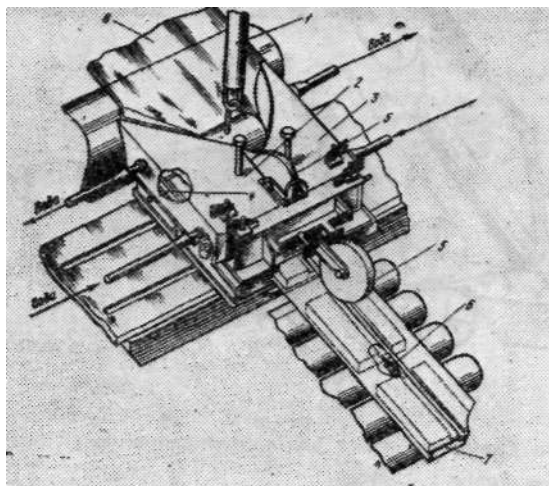


Рис. 80 Узел формирования стеклянной балки коробчатого профиля.

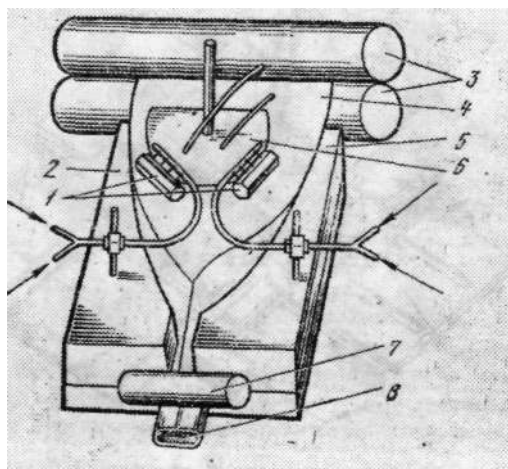


Рис. 81 Узел формирования стеклянной балки О-образного профиля.

Второе устройство предназначено для прокатки балок замкнутого коробчатого сечения. Здесь аналогично предыдущему устройству с помощью фасонных кулис и вкладышей производится постепенное выгибание поступающей из печи

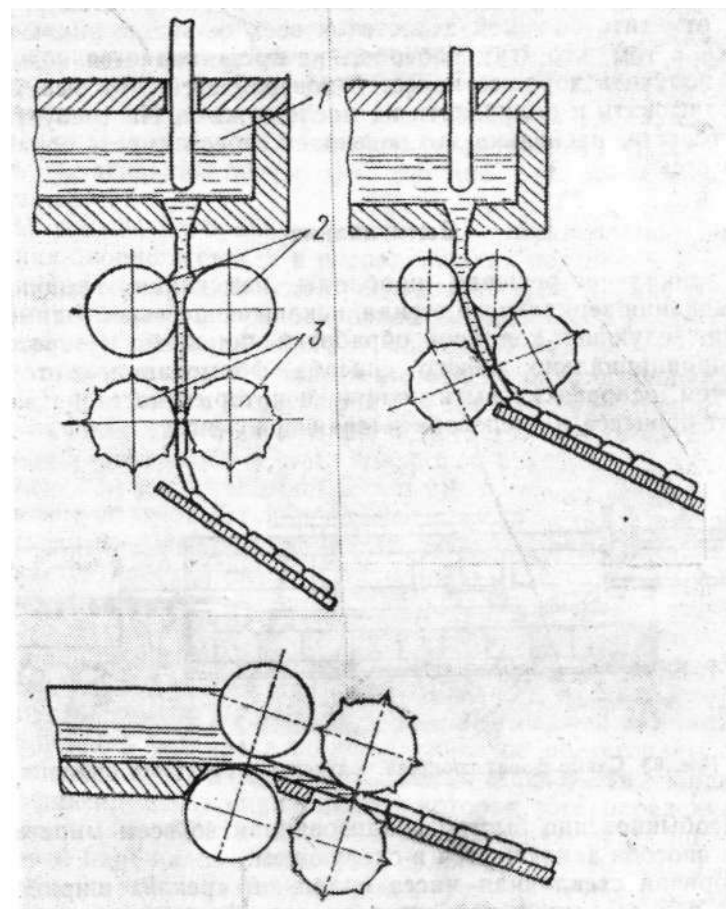


Рис. 82 Варианты технологической схемы прокатки мозаичных плиток..

ленты стекла и, наконец, роликом 5 закатывается кахлест продольных кромок. Примерно таков же принцип действия устройства для получения О-образного профиля.

На рис. 82 показаны три варианта машин для прокатки стеклянных мозаичных плиток размером 2X2 см .Все эти ва-



рианты основаны на одной технологической схеме—прокатка ленты между валами 2 и насечка их валами 3; различие лишь в компоновке взаиморасположения валов и вытекающего из этого направления течения ленты стекла.

В заключение раздела, касающегося прокатки стекла, следует отметить большой недостаток всех ее видов, заключающийся в том, что этим способом не представляется возможным получить хорошее качество поверхностей, что вынуждает шлифовать и полировать их после отжига. Не требует доказательств, насколько это повышает себестоимость зеркального стекла.

### Вытягивание

Радикальное решение проблемы изыскания технологии формирования зеркального стекла, исключаяющей необходимость его последующей холодной обработки, пришло с изобретением принципиально нового способа формирования, который, впрочем, основан на вытягивании, и который носит название флоат-процесса или способа плавающей ленты.

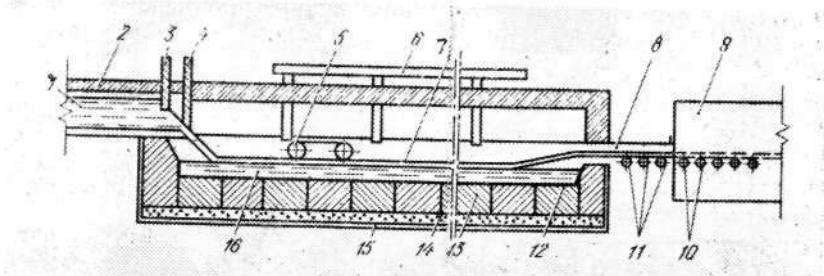


Рис. 83 Схема флоат-процесса получения зеркального стекла.

Необыкновенно быстро реализованная во всем мире идея этого способа заключается в следующем.

Горячая стеклянная масса сплошной «рекой» шириной 3 метра непосредственно из стекловаренной печи течет в расположенную несколько ниже ее ванну с расплавленным оловом ((рис. 83). Величина потока стекла регулируется заслонками 3 и 4. С помощью бортотянущих роликов 5 стеклянная лента, плавающая на поверхности олова, вследствие разности удельных весов стекла и олова, и «разлитая» по всему зеркалу последнего, протягивается вдоль ванны. Температурный

режим в ванне поддерживается таким образом, чтобы по мере протяжки стекла его температура снижалась и, следовательно, вязкость росла. В конце ванны уже затвердевшая стеклянная лента увлекается роликами 11 и 10, которые собственно и производят вытягивание ленты на поверхности олова. Толщина ее, таким образом определяется как и при всяком процессе вытягивания, дебитом поступающего в ванну стекла, температурным режимом и скоростью вытягивания. В целях исключения возможности окисления олова, в ванне поддерживается специальная защитная газовая среда. Скорость вытягивания ленты при толщине 4—6 мм превышает 400 м/час.

На рис. 84 изображена машина для вертикального вытягивания оконного стекла и расположенная под нею т. н. «подмашинная камера», откуда производится вытягивание стекла. Соединяющаяся со стекловаренной печью камера выше уровня стекла отгорожена висячим мостом. В камере на поверхности стекла плавает длинный шамотный брус с соплообразно расширяющейся книзу щелью. Установленная (подвешенная) соосно с этой щелью машина представляет собой прямоугольную шахту с 13 парами синхронно вращающихся валов. Вращение валов происходит от одного привода, который обеспечивает плавное регулирование числа оборотов и реверсивный ход. Для начала процесса вытягивания между валами опускается плоская рамка («приманка») с зубчатым гребешком до вхождения последнего в щель лодочки (так называется плавающий брус). Затем с помощью специального механизма лодочка постепенно опускается вниз до заполнения щели стеклом. По прошествии нескольких минут стекло налипает на гребешок, — начинается медленный подъем приманки и одновременно установка холодильников по обе стороны поднимающейся вслед за приманкой ленты стекла. Эти холодильники фиксируют толщину ленты, которая уже определяется на высоте 250—300 мм от устья щели лодочки. При подходе к первой паре валов стекло уже полностью отвердело. Таким образом назначение валов лишь транспортировать ленту-стекла снизу вверх. В шахте машины происходит отжиг стекла и из машины оно выходит с температурой около 80°C. Здесь оно механически разрезается на листы нужной длины, а также отрезаются их несколько утолщенные борта. Толщина стекла регулируется теми же параметрами, что и в флоат-процессе. Дебит стекла в данном случае определяется степенью углубления лодочки в стекло.



Модификацией описанного способа является так называемый безлодочный способ, отличающийся тем, что вместо лодочки, плавающей на поверхности стекла, в стекломассу при-

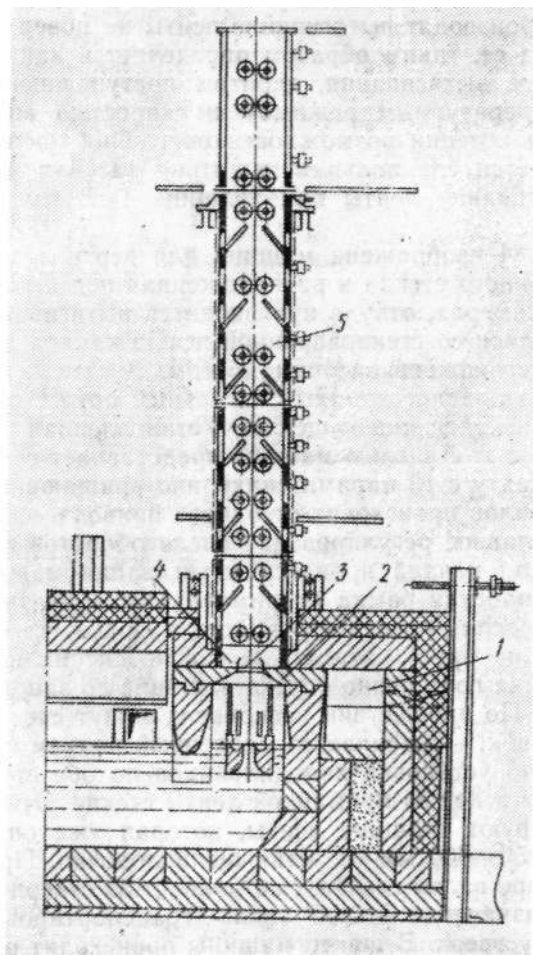


Рис. 84 Подмашинная камера и машина ВВС для вертикального вытягивания оконного стекла.

нудительно заглубляют на 300—400 мм широкое огнеупорное тело, которое обеспечивает одинаковую температуру стекла с обеих сторон ленты, вытягиваемой со свободной поверхно-

сти зеркала в подмашинной камере. Продольные кромки ленты оформляются т. н. «бортодержателями». Получаемое этим способом стекло не имеет волнистости — порока, характерного для лодочного способа вытягивания. Важным преимуществом безлодочного способа является также большая его производительность.

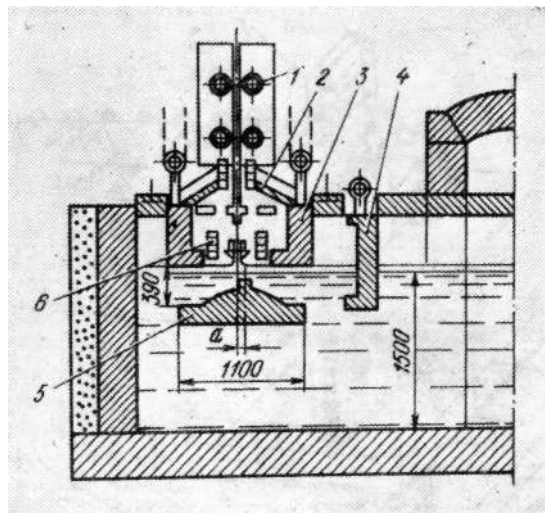


Рис. 85 Подмашинная камера с заглубленным телом для безлодочного вытягивания оконного стекла.

На рис. 86 представлен общий вид всей установки вертикального вытягивания с конвейером резки стекла.

Способом вертикального вытягивания можно получать и накладное цветное листовое стекло. Для этого применяется специальная лодочка (рис. 87), плавающая в подмашинной камере, где находится бесцветная стекломасса. В лодочке есть кроме верхней щели, еще и боковая, обращенная в сторону находящейся в торце подмашинной камеры небольшой печи, где варится цветное стекло 8. Цветное стекло, поступая в боковую щель лодочки, сплавляется с бесцветным и вытягивается совместно с ним в ленту.

Вертикальное вытягивание применяется также для производства стеклянных труб диаметром 38—150 мм. По своему технологическому принципу способ вытягивания труб — без-

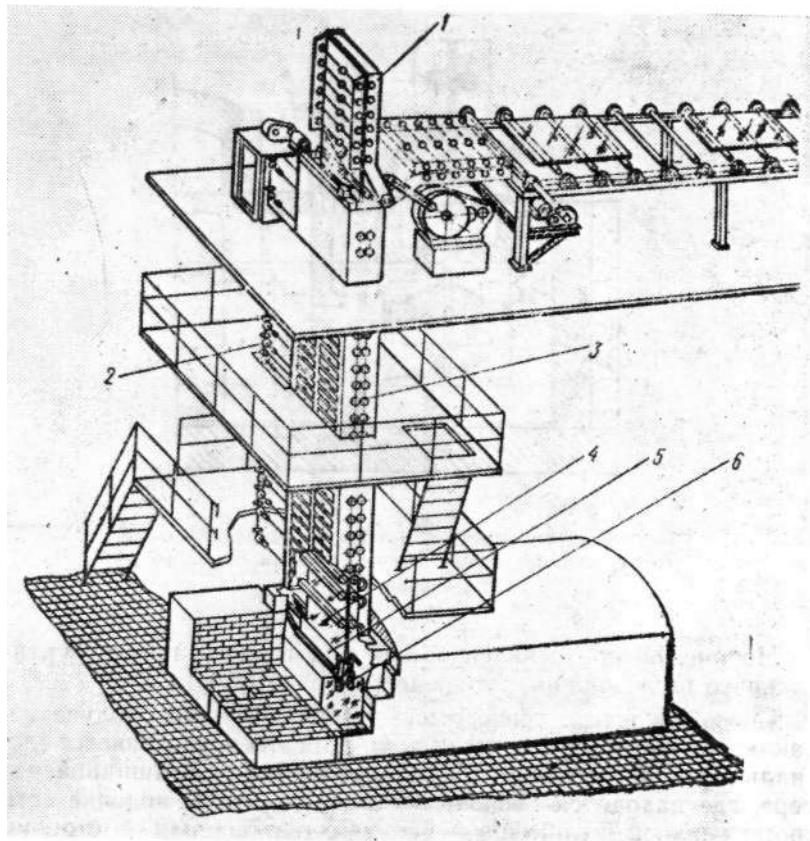


Рис. 86 Общий вид установки для вытягивания оконного стекла.

лодочный. Рис. 88 достаточно ясно иллюстрирует применяемое при этом устройство как подмашинной камеры, так и машины.

В отличие от этой установки, для вытягивания трубок и штабиков меньшего диаметра (до 50 мм) применяется 2 спо-

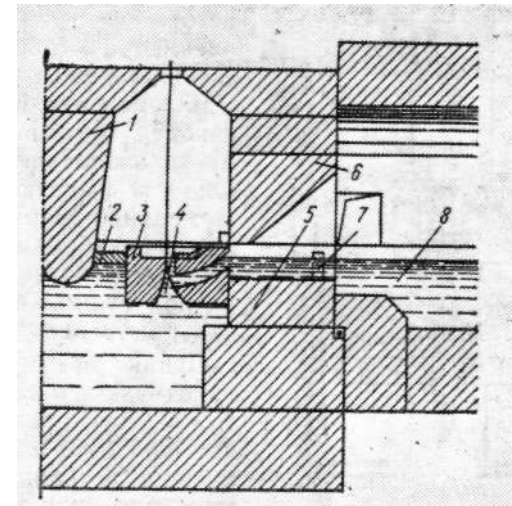


Рис. 87 Подмашинная камера для вытягивания накладного цветного листового стекла.

соба: вертикальный, но устроенный несколько иначе (рис. 89); **горизонтальный (рис. 90)**. В первом случае стекло из стекловаренной печи поступает во вращающуюся ванночку 7. Синхронно с ванночкой вращается (частота—0,5—0,8 обор./мин.) стакан 5. Воздух для раздувания трубы подается через сопло 6.

На другом принципе построены способ и устройство для **горизонтального вытягивания**. В отапливаемой камере в наклонном положении (угол наклона регулируется) находится вращающийся вокруг своей оси огнеупорный конус. На него непрерывной струей льется горячее стекло, которое стекает с **конца конуса** в виде луковичы, вытягиваемой тянущей машиной, удаленной от него на 20—30 метров, в штабик. В случае подачи воздуха через канал в конусе — образуется **труба**.

## Выдувание

Первая машина для автоматического выдувания бутылок американского изобретателя Оуэнса появилась в 1905 году. Интересно, что история ее внедрения привлекла к себе внимание В. И. Ленина. Он пишет: «...в Америке некий Оуэнс изобрел бутылочную машину, производящую революцию в выделке бутылок. Немецкий картель бутылочных фабрикантов скупает патенты Оуэнса и кладет их под сукно, задерживает их применение» (1).

Однако преимущества автоматизации выдувания бутылок очень скоро стали настолько очевидными, что в короткие сроки нашли во всем мире широкое распространение автоматы не только Оуэнса, но и других, более совершенных, систем.

В СССР еще до начала I пятилетки в 1927 году Константиновский бутылочный завод был полностью механизирован. В дальнейшем усилиями созданной в нашей стране специализированной отрасли стекольного машиностроения в промышленности действует мощный парк автоматов разных типов для выдувания широкой номенклатуры полых изделий.

На рис. 91—93 и 94 представлены два из наиболее

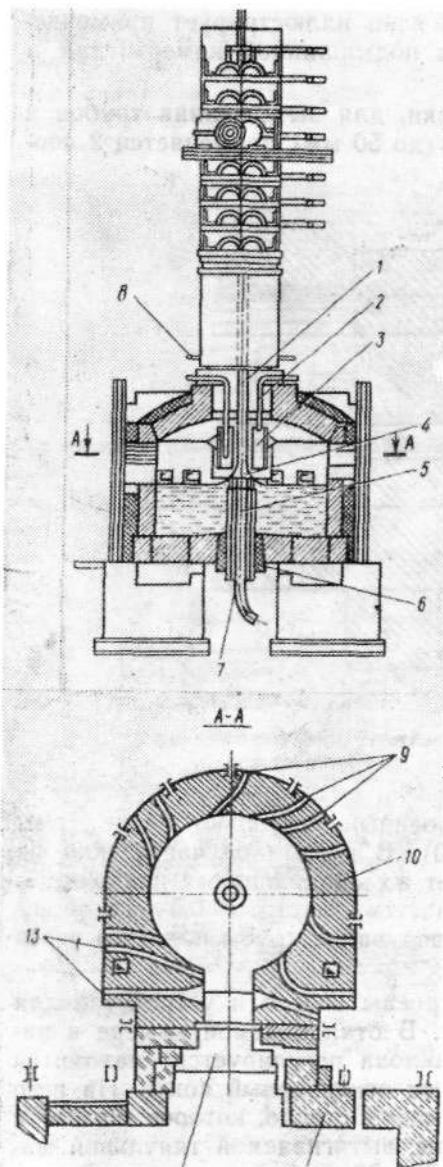


Рис. 88 Подмашинная камера для вертикального вытягивания труб диаметром 38—150 мм.

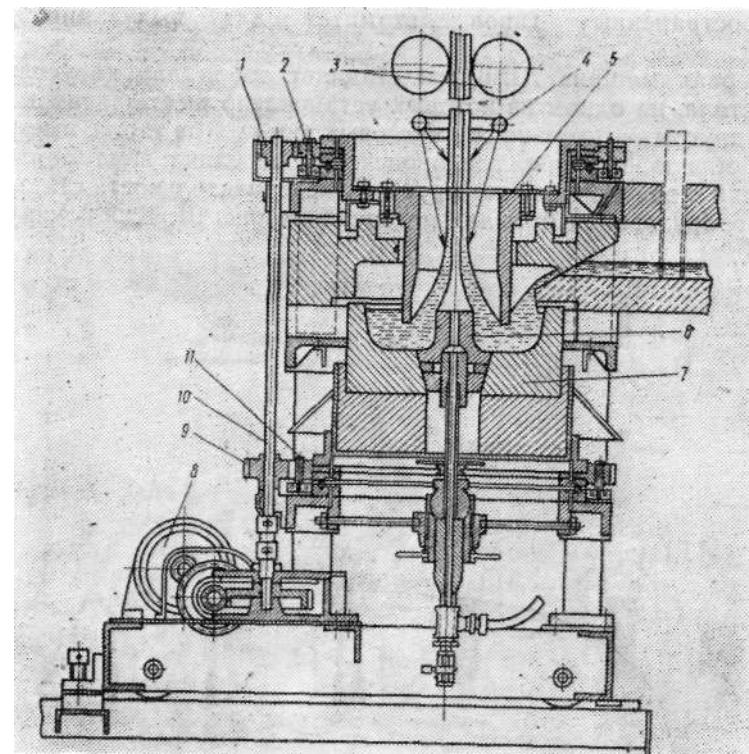


Рис. 89 Установка для вертикального вытягивания трубок и дров диаметром до 50 мм.

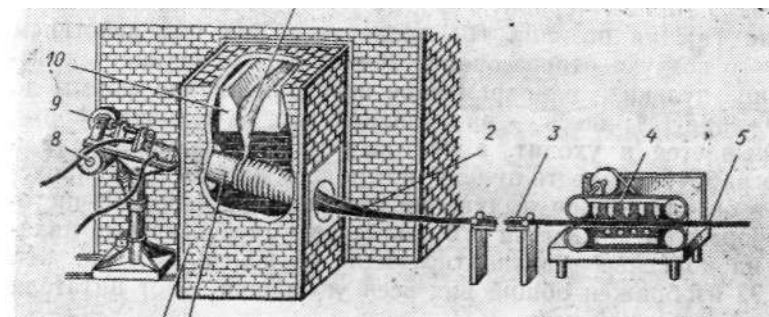


Рис. 90 Установка АТГ-8-50 для горизонтального вытягивания трубок.

распространенных типов автоматов для выдувания бутылок.

Первая машина АБ-6 представляет собой два карусельных стола, на одном из которых установлено шесть черновых, а на другом — столько же чистовых форм. Оба стола имеют одну общую позицию, где происходит передача выдуваемых изделий с одного стола на другой. Последовательность стадий формообразования бутылки показана на рис. 91. В опрскину-

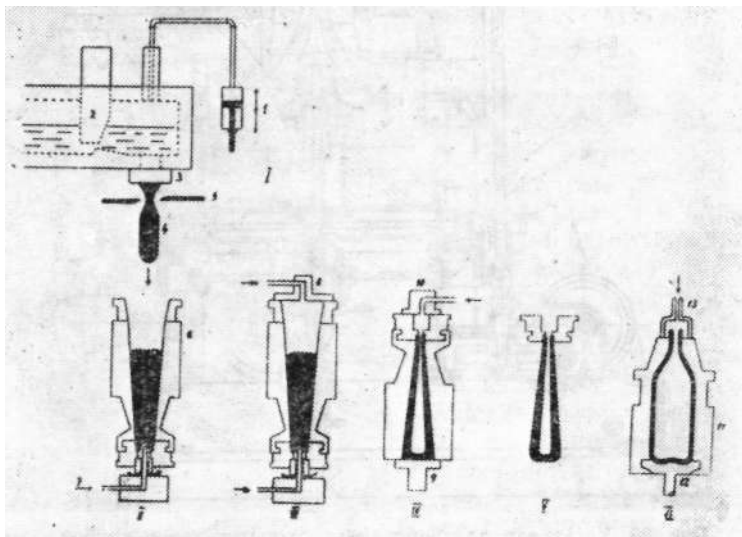


Рис. 91 Технологическая схема выдувания бутылок машиной АБ-6.

тую вниз горлом черновую форму из питателя падает капля: стекла (а), на позиции (б) после того, как под действием сжатого воздуха отпрессовался венчик горла, начинается выдувание пульки и одновременное переворачивание формы до положения (в); здесь — на позиции 3 рис. 93 черновая форма раскрывается и уходит, а чистовая смыкается, принимая в свою рабочую полость пульку, после чего на поз. 5 и 6 Происходит окончательное выдувание изделия. На поз. 7 чистовая форма раскрывается и бутылка автоматически выставляется на конвейер транспортирующий ее в печь обжига. На рис. 92 изображен общий вид всей установки — от питателя до отжигательной печи.

Машина АВ-4, в отличие от большинства выдувных автоматов, действующих по карусельному принципу, принадле-

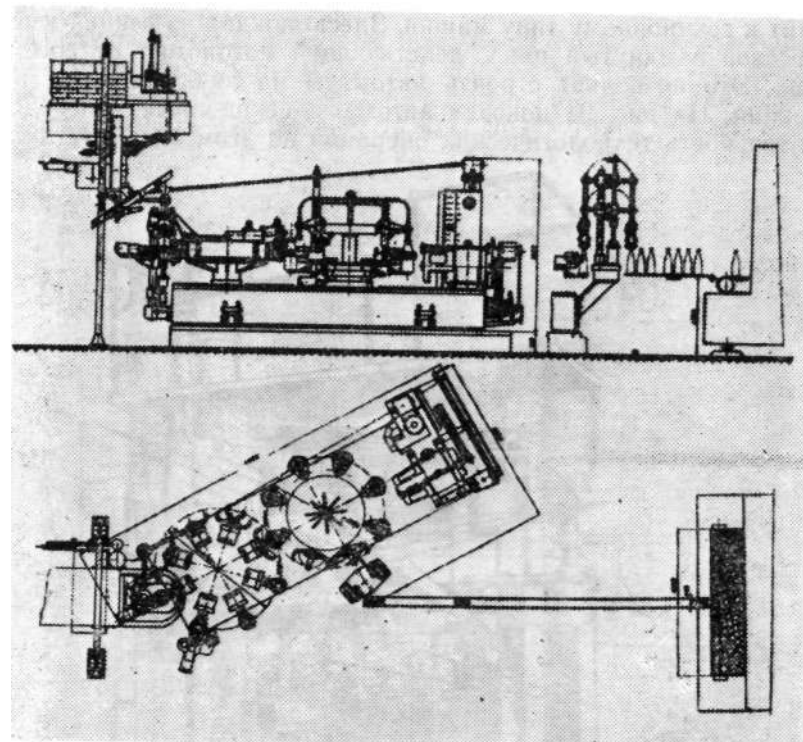


Рис. 92 Общий вид установки АБ-6 для производства бутылок.

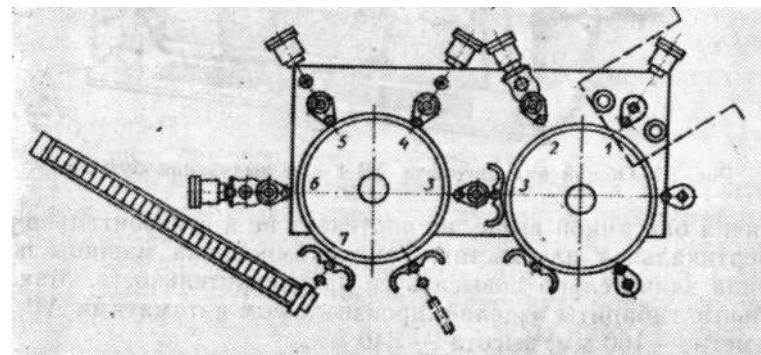


Рис. 93 Схема работы автомата АБ-6.

жит к секционному типу машин. Здесь каждая из секций имеет свой замкнутый цикл, действующий автономно от соседних. Это позволяет строить автоматы на любое количество секций. На рис. 94 показан автомат 4-секционный. Последовательность технологических операций на этом автомате ана-

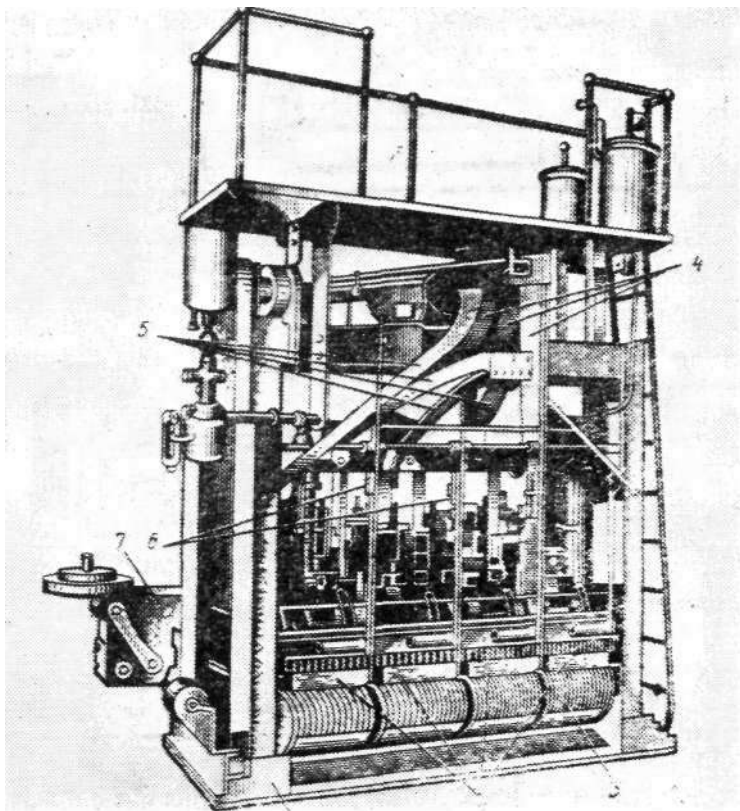


Рис. 94 Общий вид автомата АВ-4 для выдувания бутылок.

логична описанной выше, но протекает не в горизонтальной, а в вертикальной плоскостях. Такая компоновка машины позволила значительно повысить ее производительность. Максимальные габариты изделий, производимых автоматами АВ, — диаметр — 160 мм, высота — 340 мм.

Среди машин для выдувания полых изделий существует поколение безфидерных машин, снабженных самостоятель-

ным наборным устройством, с помощью которого происходит их питание стеклом из стекловаренной печи. Такие машины предназначены для выдувания небольших, преимущественно тонкостенных изделий — чайных стаканов, колб для термосов, электрических ламп и т. п. Одна из таких машин показана на рис. 95. Это — автомат ВС-24 для выдувания стака-

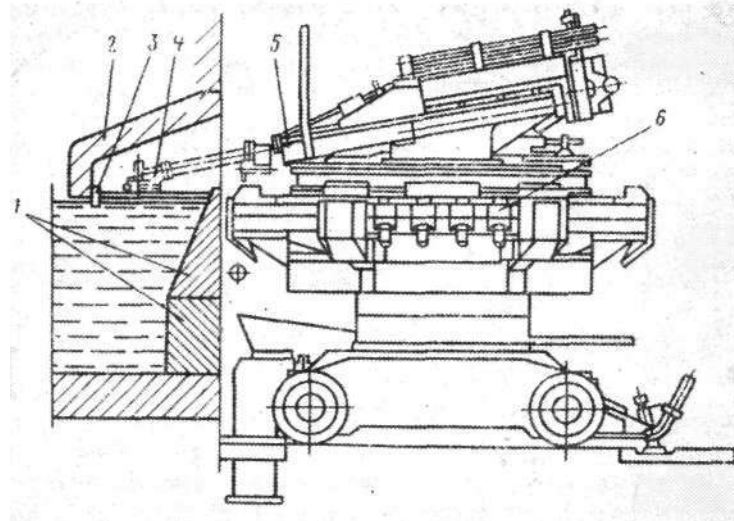


Рис. 95 Автомат ВС-24 для выдувания стаканов и термосных колб.

нов. Он состоит из шести секций, в каждой из которых имеется по четыре выдувные трубки и чистовые формы. Порции стекла подаются автоматически одним из четырехрукавным вакуумным питателем, расположенным в верхней части автомата.

Зубанов, Чугунов и Юдин (3) следующим образом описывают процесс изготовления изделий этим автоматом.

«Технологический процесс работы автомата в значительной мере воспроизводит операции ручной выработки. Стекло из ванной печи, имеющей специальное устройство, состоящее из лобового бруса 1, керамического бота 2 и кранца 3, вакуумным питателем 5 набирается в приемную форму наборной головки 4. Стекломасса набирается следующим образом: салазки, двигаясь по основанию питателя, вводят в печь наборные головки с плотно прижатыми поддонами, в полости кото-



рых создан вакуум. Приемные формы головок, погружаясь в стекломассу, засасывают требуемую порцию, после чего салазки возвращаются назад и хвост стекломассы отрезается ножом. Когда салазки доходят до крайнего положения, поддоны форм открываются; при этом набор стекла удерживается в формах только под действием вакуума. После этого питатель поворачивается совместно и соосно с выдувными трубками 6, передавая последним набранные порции стекла. В выдувной трубке стекломасса фиксируется ее «губами» и происходит процесс формования пульки, которая затем поступает в чистовую форму, где окончательно выдувается изделие».

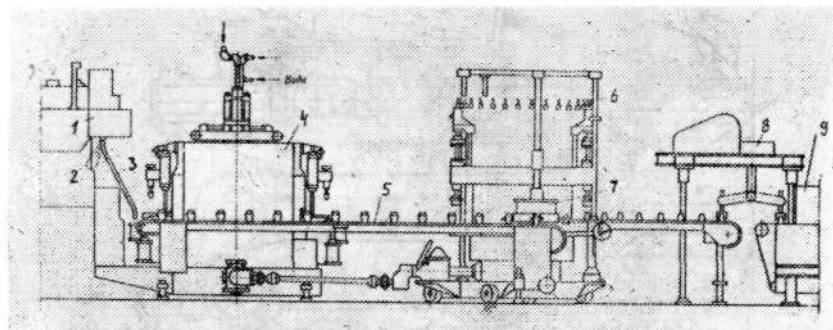


Рис. 96 Общий вид технологической линии «Гартфорд 28» для производства тонкостенных стаканов.

Описанные выше, а также многие другие автоматы для прессования и выдувания изделий, как правило, вписываются в сквозные технологические линии, берущие свое начало от стекловаренной печи, откуда они получают порцию стекла, и заканчивающиеся конвейерной отжигательной печью — «лером».

Примером подобной технологической линии может служить линия производства тонкостенных стаканов, схема которой приведена на рис. 96 (общий вид всей установки). Здесь 1—3—питатель стекломассы с откидным лотком, приводимым в действие от пневмоцилиндра; 4—пресовывдувной автомат «Гартфорд-28»; 5 — конвейер; 6 — машина для горячей отрезки колпачков и отопки края стаканов; 7 — переставитель стаканов на конвейер; 8 — загрузчик стаканов в лер; 9 — лер.

В последние годы в мировой технике успешно решается задача автоматизации массового производства изделий на ножке. В СССР нашли применение и внедрены в производ-

ство технологические линии фирмы Sorg (ФРГ) и Cobelcomex (Бельгия).

На рис. 97 приводится схема первой из них: формовочные автоматы 2 и 5, питающиеся стекломассой с помощью питателей 1 и 3, предназначены соответственно для прессования ножки и выдувания тулова, они связаны между собой конвейер-

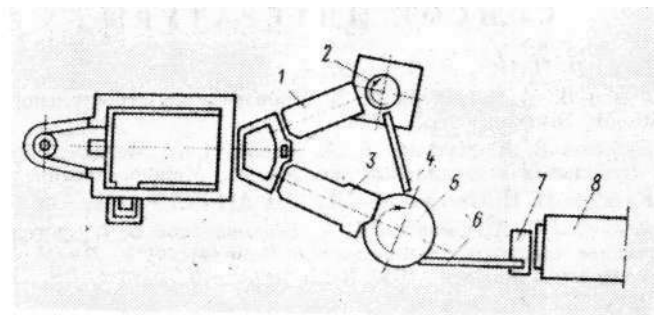
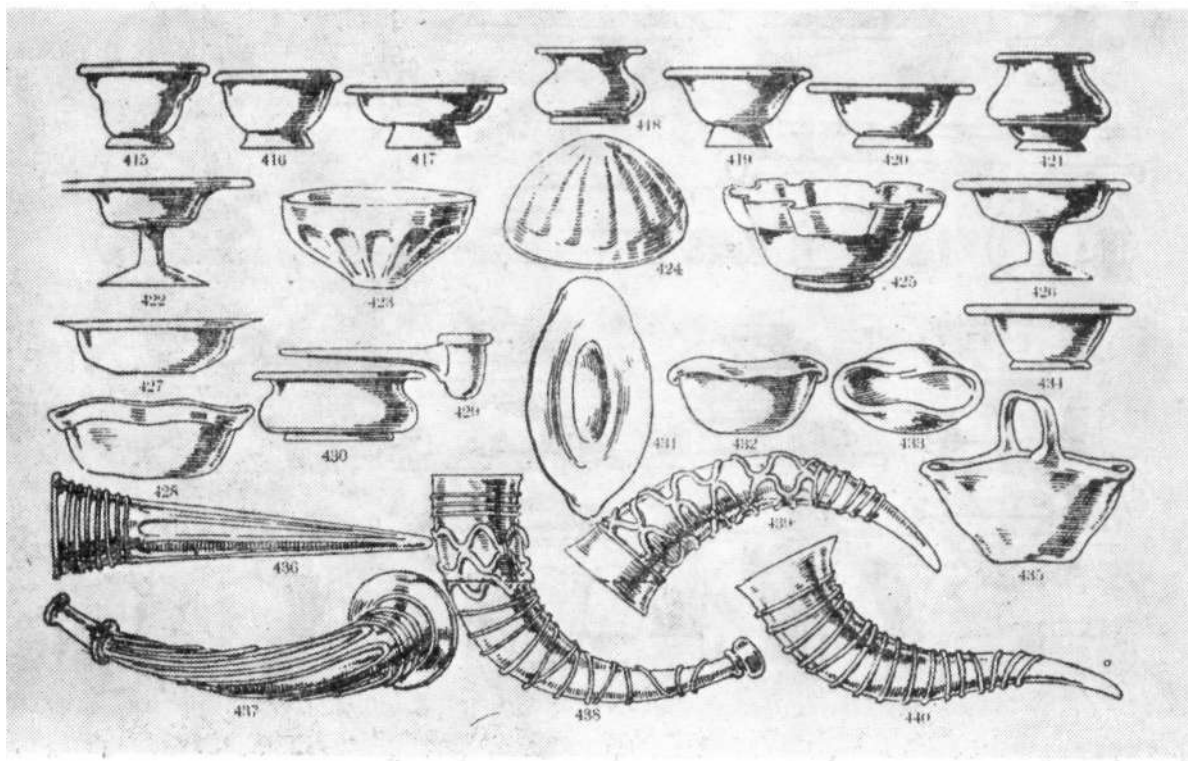


Рис. 97 Схема технологической линии «Зорг» по производству изделий на ножке.

ером 4; все звенья линии связаны и синхронизированы между собой единой циклограммой. Отпрессованные на автомате 2 ножки автоматически передаются и устанавливаются в нужное положение в автомат 5, где к ним «придувается» тулово, новое изделие автоматически выдается на конвейер 6 и переставителем 7 направляется на отжиг в лер 8.





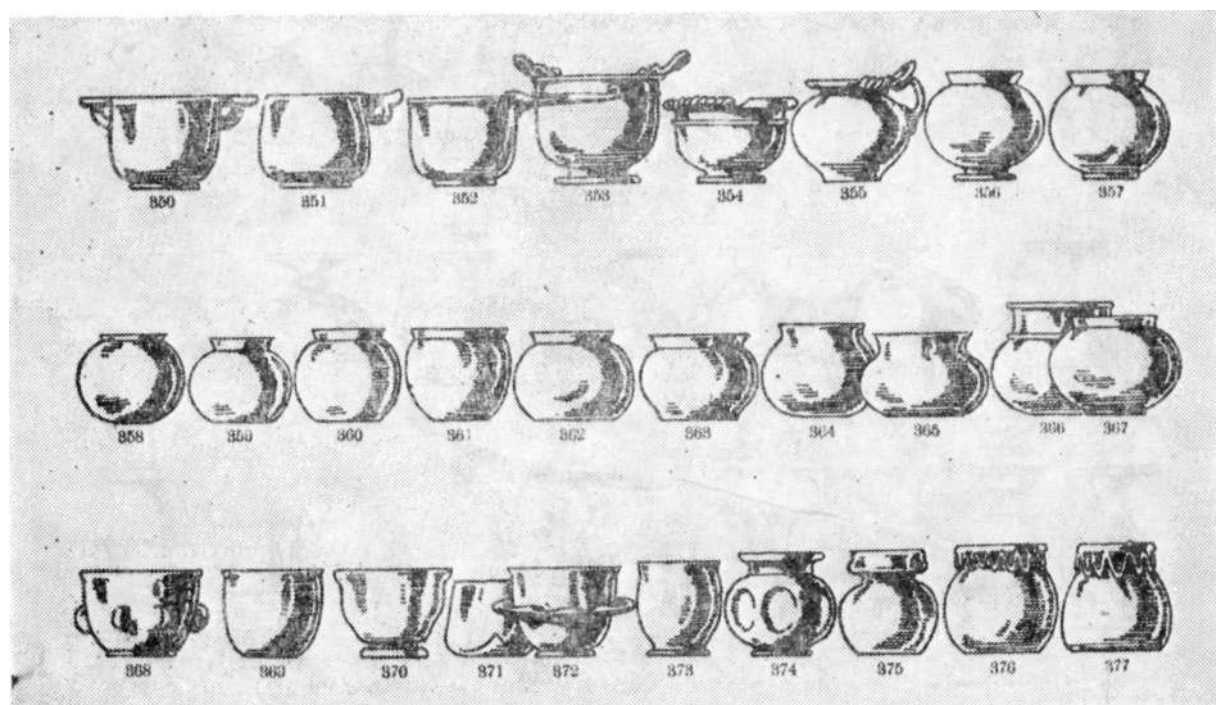
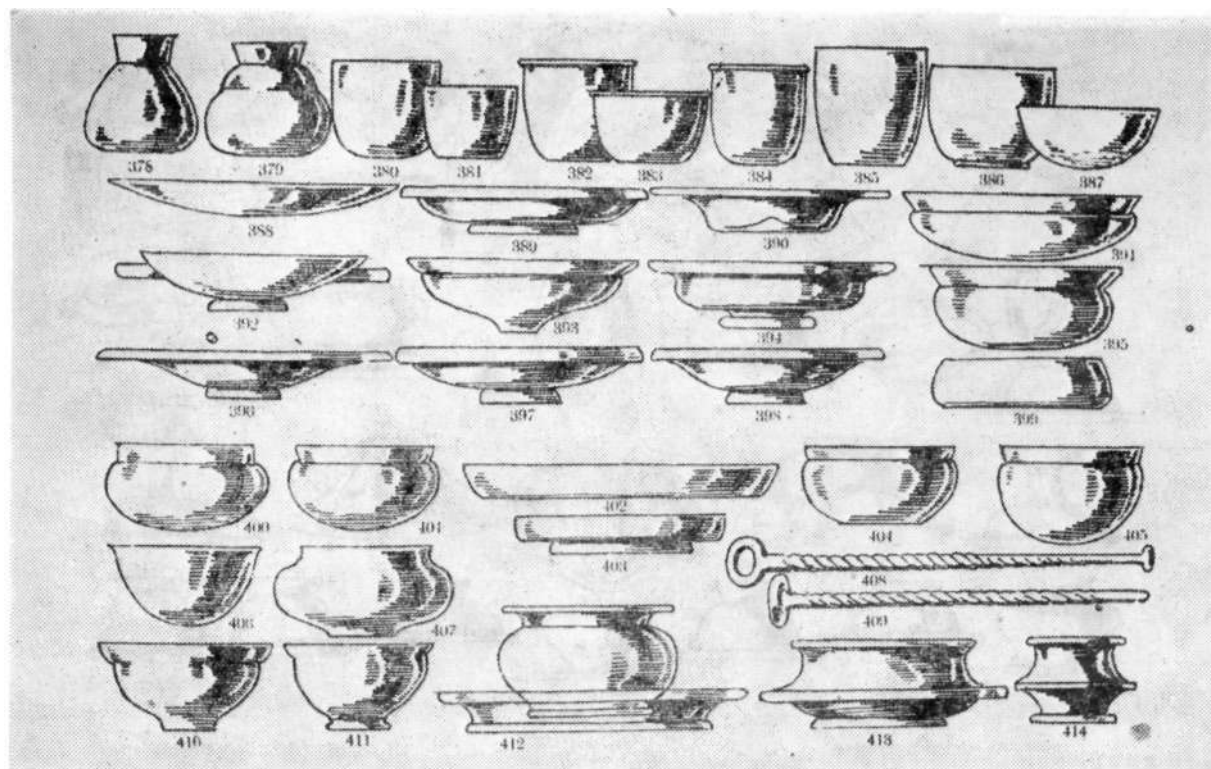


таблица 1\*



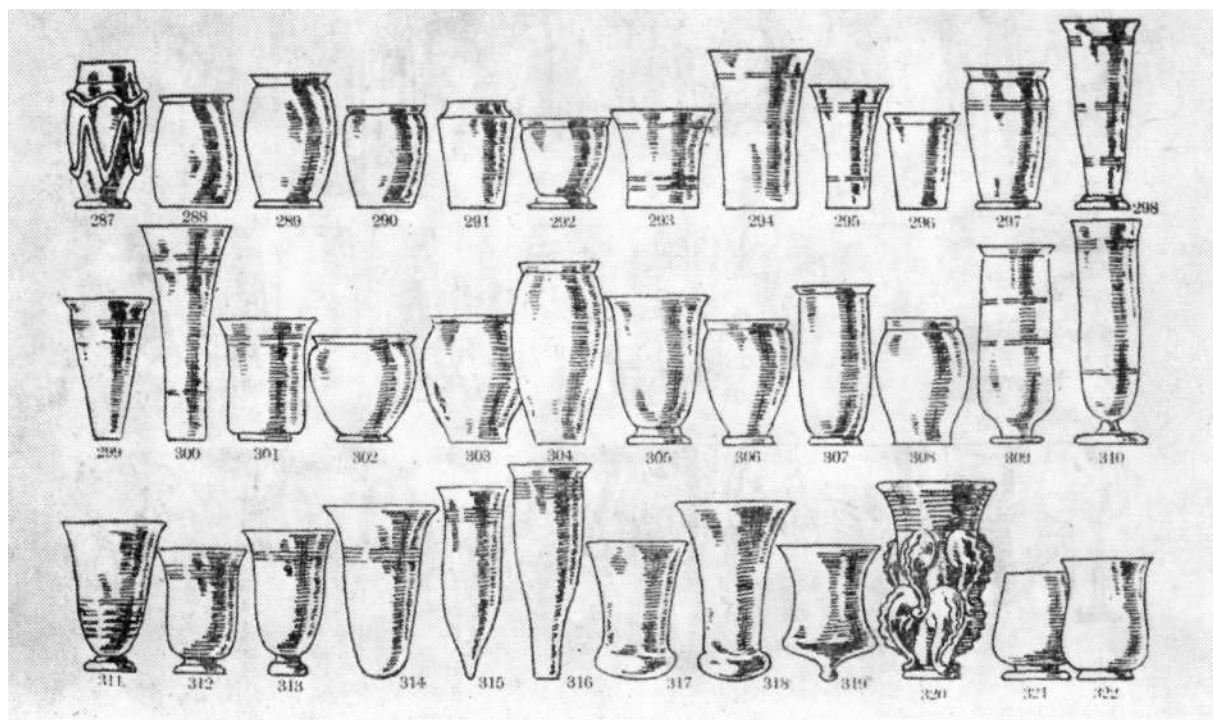
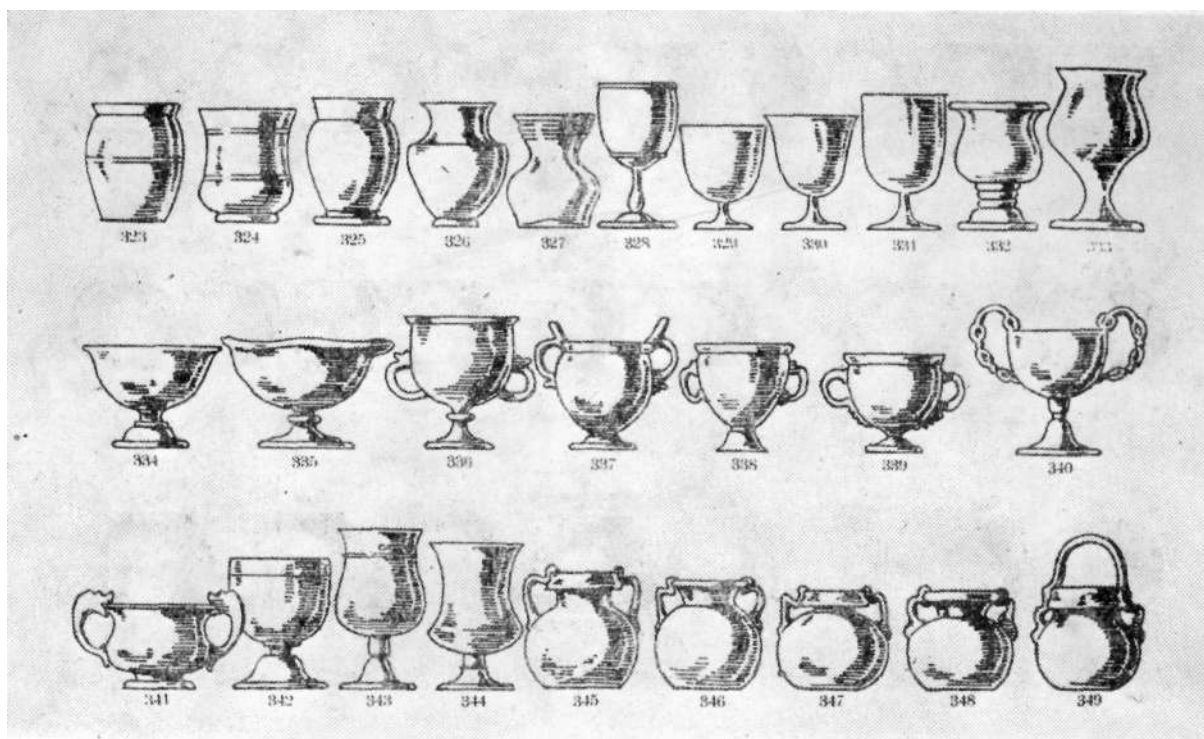
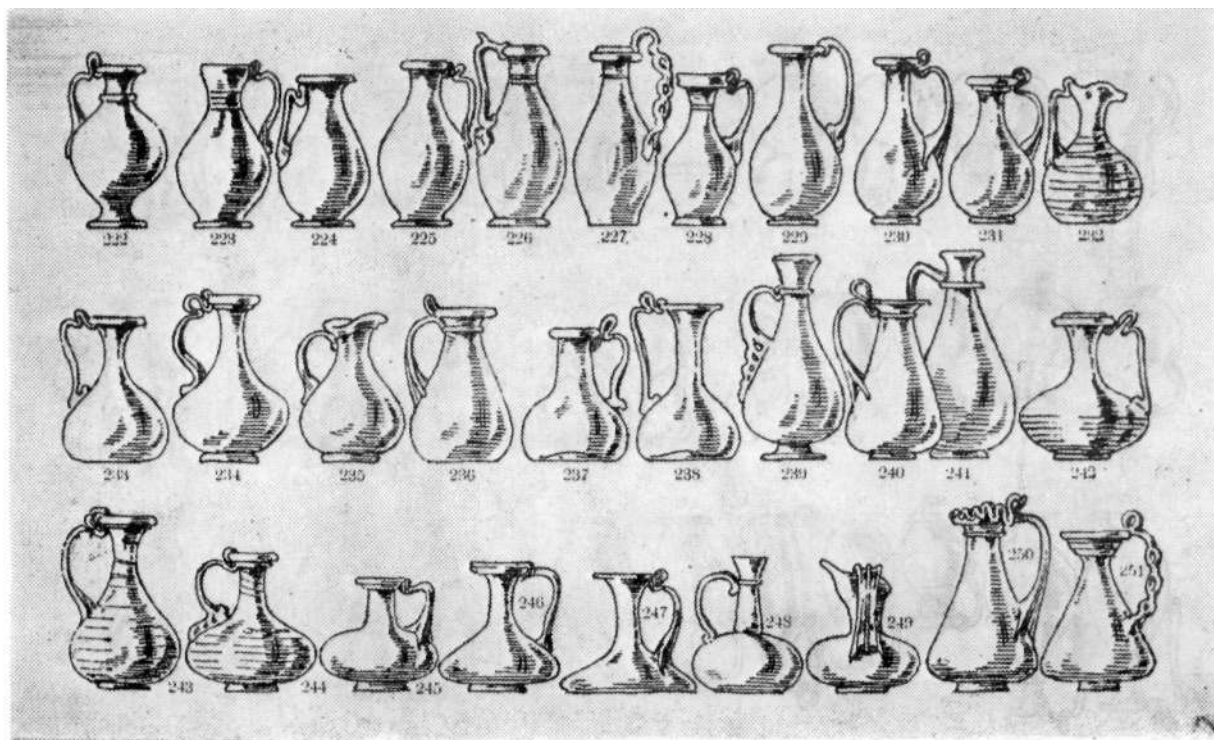
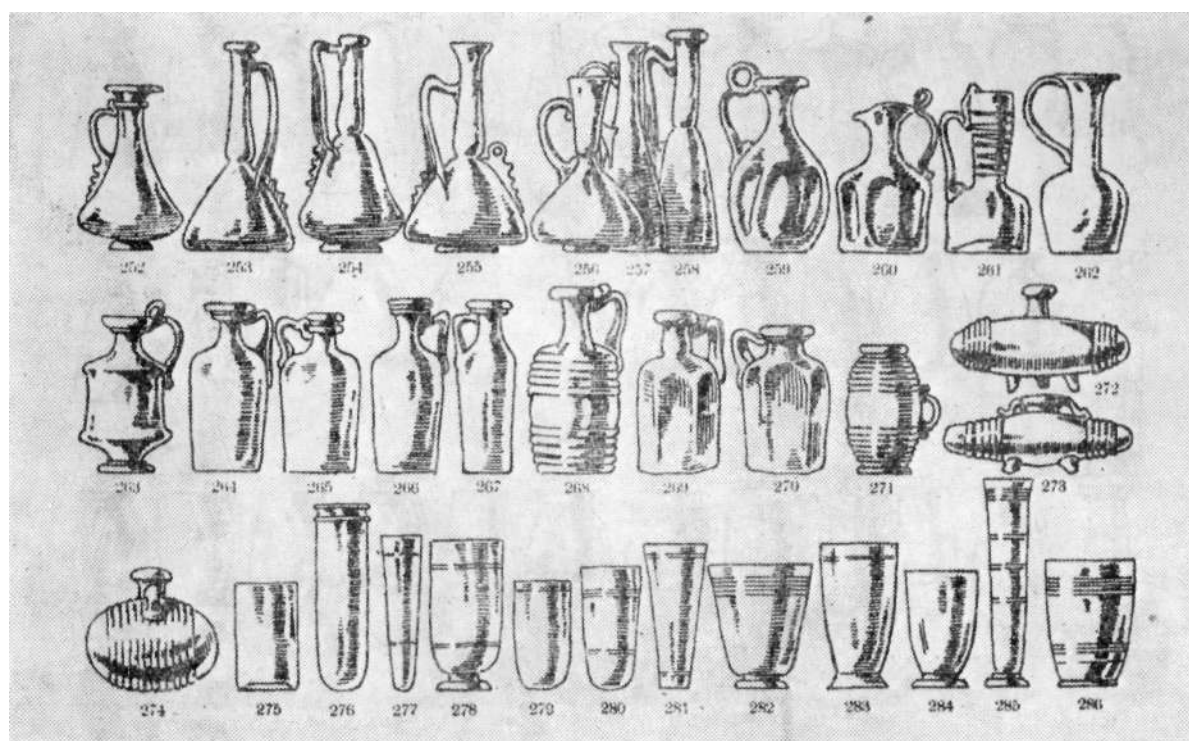


Таблица 11





Та о л а ц а 9





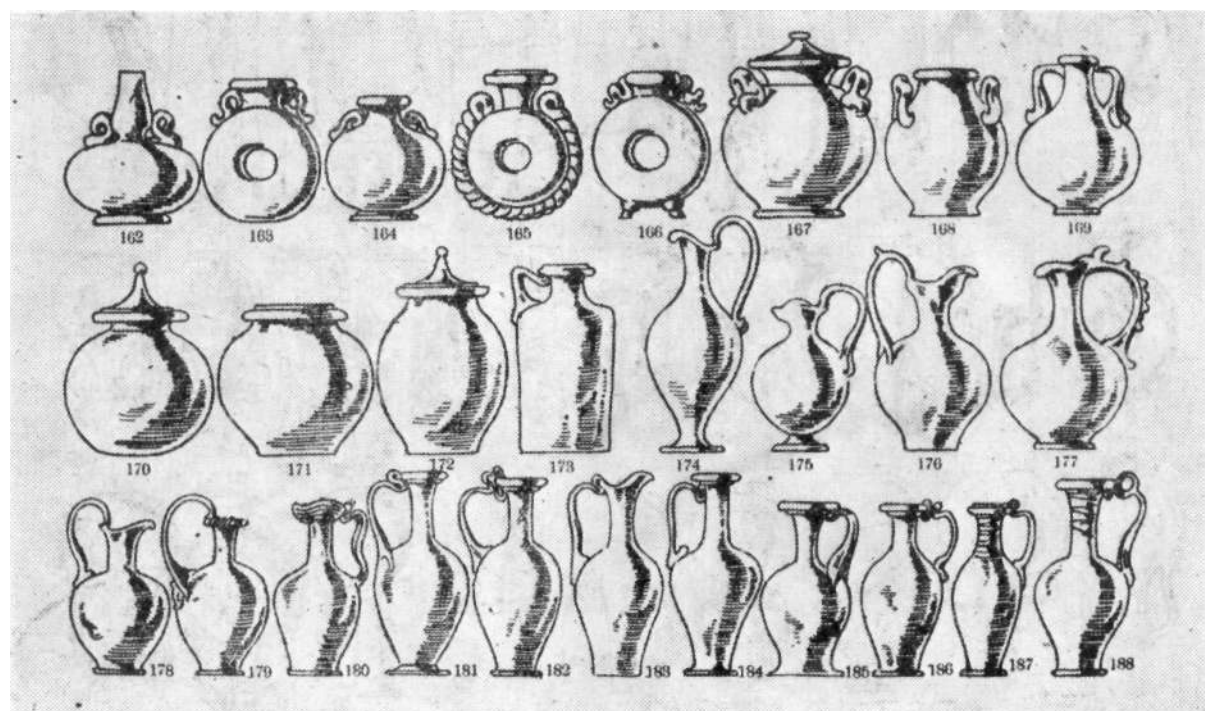


таблица 6



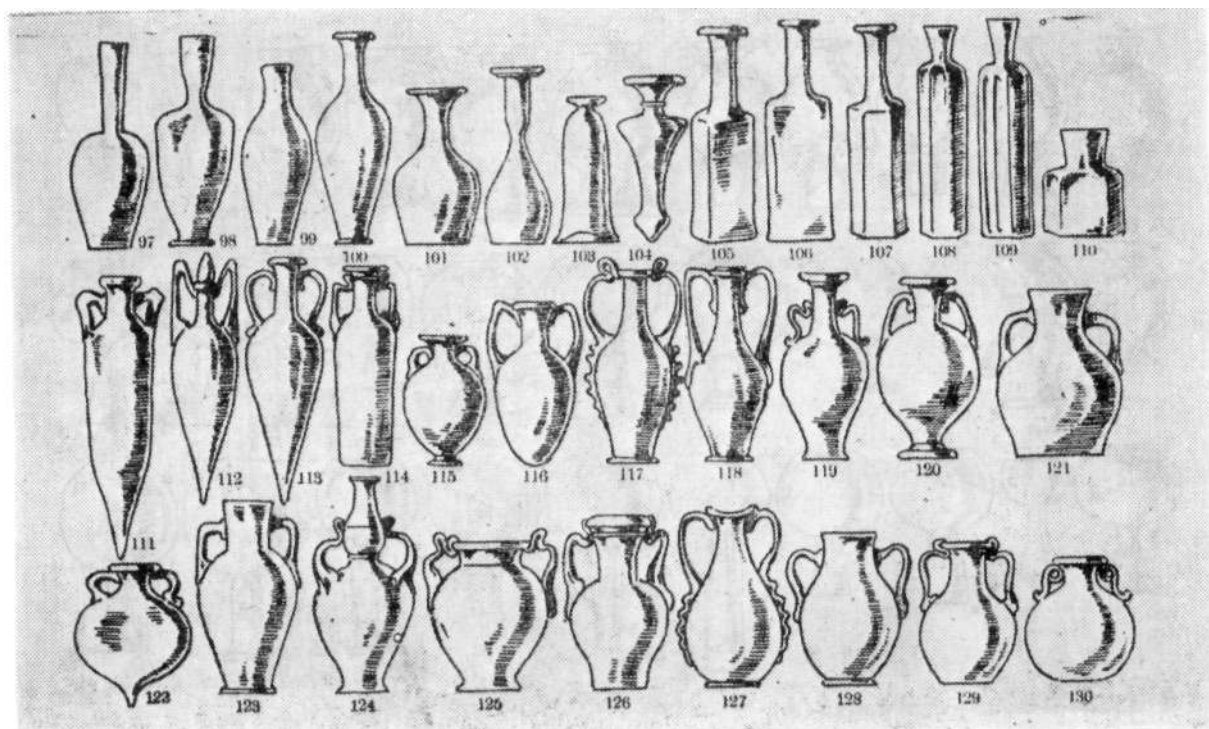
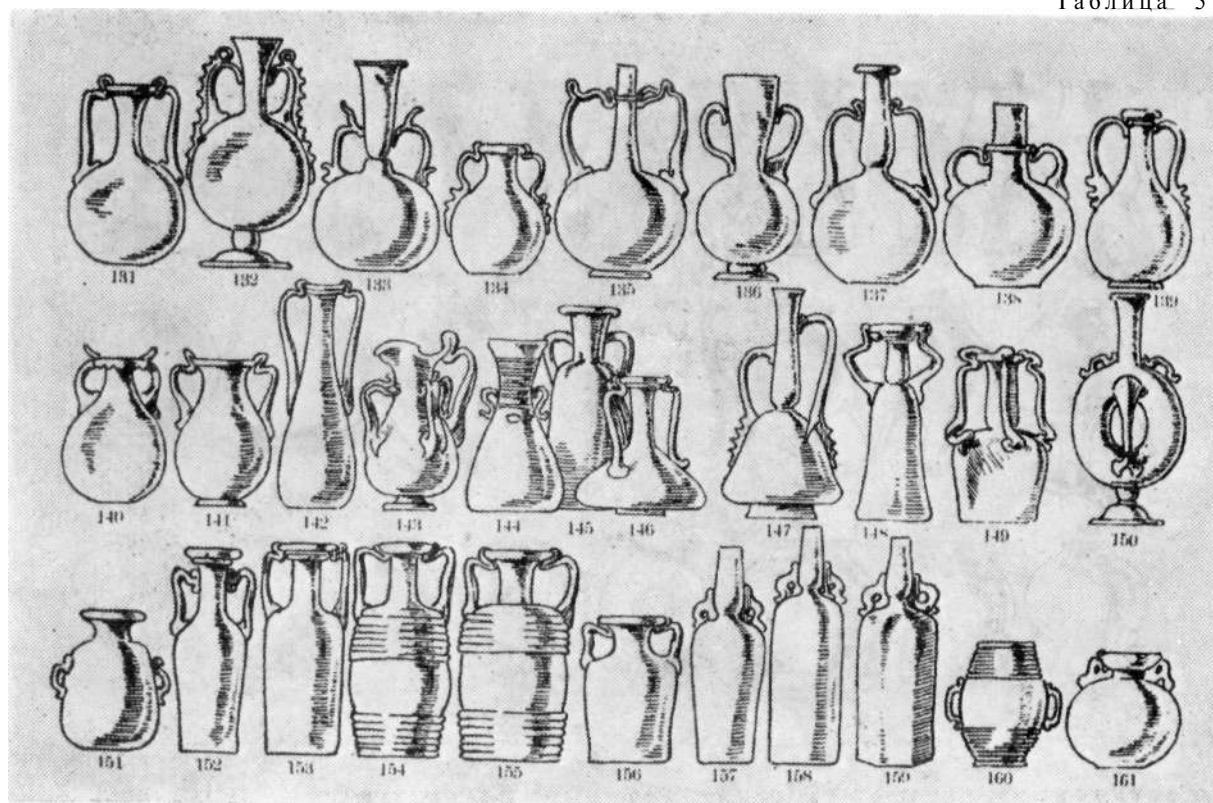


Таблица 5





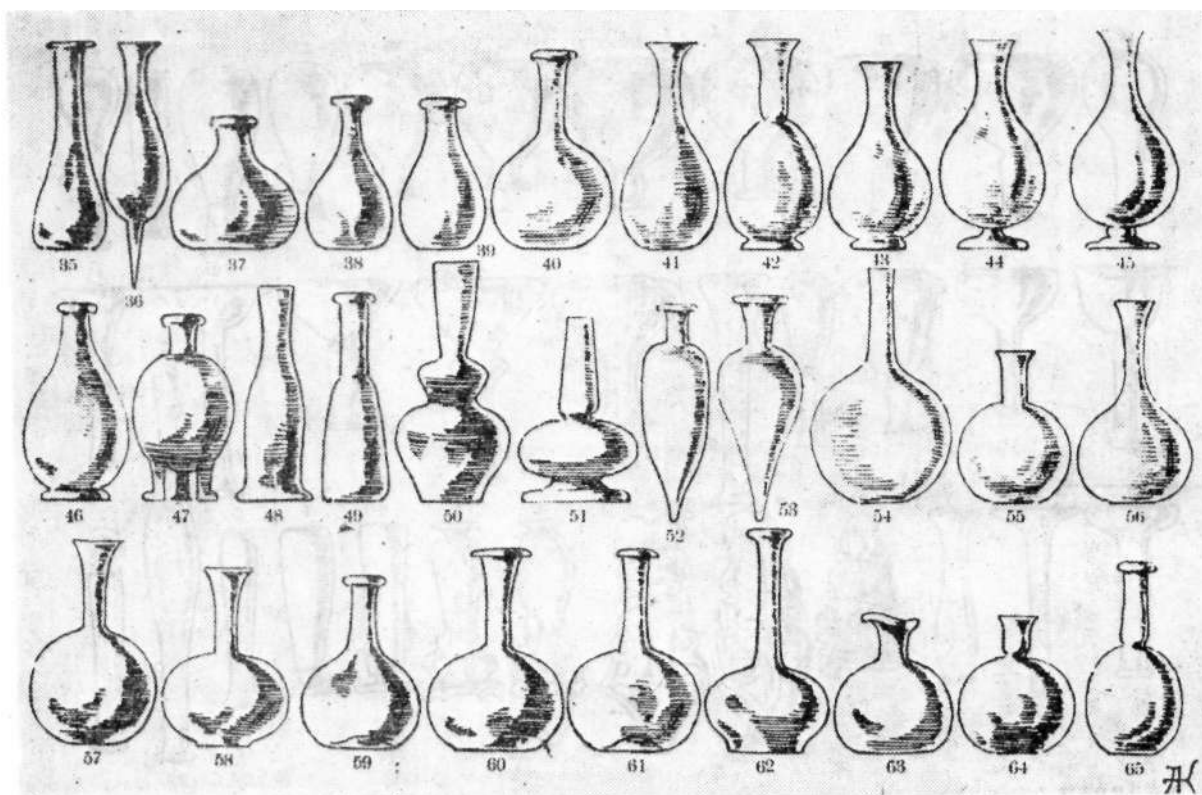


Таблица 3

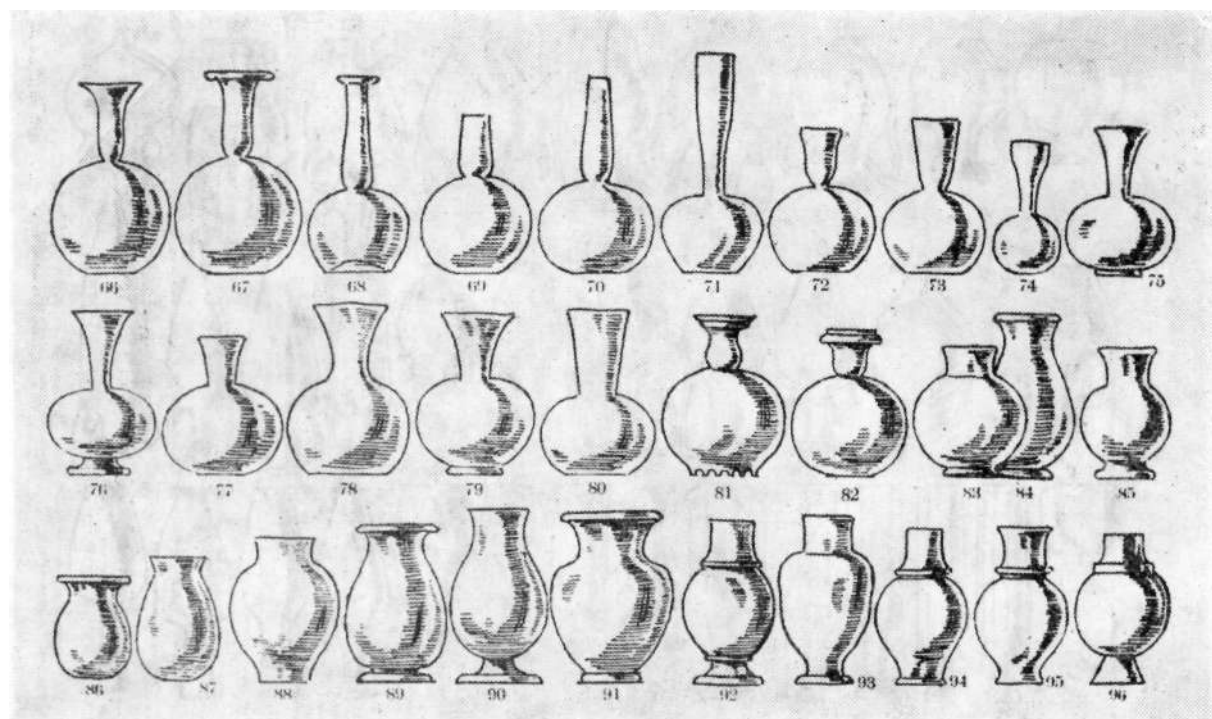


Таблица 1

